

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Marcelo Magno de Siqueira

NATUREZA DA CIÊNCIA

“EM JOGO”

Ouro Preto

2014

Marcelo Magno de Siqueira

NATUREZA DA CIÊNCIA

“EM JOGO”

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito final para aprovação na disciplina de Estágio Supervisionado IV.

Orientadora: Nilmara Braga Mozzer

Ouro Preto

2014

Marcelo Magno de Siqueira

NATUREZA DA CIÊNCIA

“EM JOGO”

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito final para aprovação na disciplina de Estágio Supervisionado IV.

Prof. Dra. Nilmara Braga Mozzer (Orientadora)- UFOP

Prof. Msc. Kristianne Lina Figueiredo- UFV

Prof. Lic. Stefannie De Sá Ibraim- UFOP

Ouro Preto, 16 de julho, de 2014.

Agradecimentos

A Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades e por mostrar o caminho nas horas incertas.

À professora Paula Cristina Cardoso Mendonça pelo apoio que recebi durante a elaboração desse projeto.

À minha orientadora Nilmara Braga Mozzer pelo incentivo, auxílio e apoio. E por me ajudar, durante esse tempo que estive sendo orientado. Aprendi muitas coisas que carregarei por toda vida.

*"Se você puder chegar através da neve, da tempestade e da chuva,
saberá que poderá chegar quando brilhar o sol."*

(Malcolm X)

Resumo

O jogo didático, quando bem utilizado, pode ser uma ferramenta importante nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências. Especial e especificamente, em se tratando do ensino de Química fundamentado em aspectos da NC (Natureza da Ciência), pois as reflexões sobre esses aspectos que a aplicação guiada do jogo didático pode proporcionar pode conduzir os alunos a uma aprendizagem real e mais significativa dos mesmos.

É neste sentido que nos propusemos a elaborar o jogo “Saga Científica”, o qual possui como finalidade central facilitar os processos de ensino e aprendizagem dos aspectos que permeiam a construção do conhecimento científico e o avanço da ciência, de forma descontraída e sem a imposição de ideias prontas.

Na abordagem realizada adiante, encontra-se uma breve revisão da literatura, tanto sobre aspectos da NC quanto sobre jogos didáticos. O principal objetivo da sistematização realizada nos capítulos desse material é dar uma boa base instrucional para os professores poderem aplicar o jogo “Saga Científica” nos contextos de suas salas de aula.

Em seguida, são apresentadas as metodologias de pesquisa e de elaboração do jogo “Saga Científica”. Na primeira, discute-se como foi estabelecida a relação entre o contexto histórico que culminou no processo de síntese da amônia e as ideias do modelo Science Eye criado por Justi. Na segunda, discute-se como foi criada a parte física e a lógica do jogo. Em seguida, são apontadas instruções para se jogar o jogo de forma que ele possa alcançar seu objetivo principal como ferramenta didática. Finalmente, são estabelecidas relações entre o jogo e os aspectos da NC e indicadas possíveis implicações para o ensino e para a pesquisa; por exemplo, os professores criarem novas atividades inspiradas no jogo e a geração de novas pesquisas para investigar o impacto do jogo no contexto da sala de aula, seus benefícios e fragilidades.

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	8
2. INTRODUÇÃO	9
2.1. Naturezas da Ciência e sua Abordagem nas Salas de Aula de Ciências	9
2.2. Atividades Lúdicas no Ensino de Química.....	12
2.2.1. Jogos Didáticos: Aspectos Gerais e o Ensino de Química	14
2.3. Jogos Didáticos na Abordagem da Natureza da Ciência	18
3. OBJETIVOS.....	20
4. METODOLOGIA	20
4.1. Metodologia de Pesquisa Para Proposição do Jogo	20
4.2. Metodologia de Elaboração do Jogo Didático.....	22
5. RESULTADOS	25
5.1. O Jogo e o Jogar	25
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	27
6.1.O Jogo Saga Científica e Suas Relações Com a Natureza da Ciência no Ensino de Química.....	27
7. IMPLICAÇÕES.....	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	32

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

A ideia de criação de um jogo didático, que tem como pano de fundo a síntese da amônia, surgiu a partir de uma conversa com a professora da disciplina de estágio supervisionado III, Paula Mendonça. Em função de minha participação no Pibid Química da Universidade Federal de Ouro Preto, do qual a professora Paula Mendonça também é coordenadora, discutimos alguns artigos sobre a história da síntese da amônia, os quais chamaram minha atenção pela riqueza de detalhes que estavam por trás daquela “descoberta”. Naquele momento já tínhamos estudado sobre as diferentes características que fundamentam a ciência e o conhecimento científico (filosóficas, sociológicas, psicológicas, econômicas etc.), por isso, a professora me sugeriu trabalhar a história da síntese da amônia no TCC. Gostei muito da ideia e comecei a pensar em como poderia trabalhar esse tema de forma descontraída e ao mesmo tempo levando em conta características da natureza da ciência. Foi quando surgiu a ideia de criar um jogo didático.

Nesse contexto, foi elaborado jogo didático, o qual: tem como pano de fundo a síntese da amônia; não se limita ao entretenimento, mas também não o renega a um segundo plano e; tem potencial para fundamentar uma reflexão no jogador sobre a natureza do conhecimento científico, a partir de estratégias que ele terá que desenvolver ao longo do jogo para vencer.

O jogo "Saga Científica", como o denominei, teve seu nome escolhido pelo significado que a palavra "saga" carrega, ou seja, *história ou narrativa rica em incidentes*; algo que o jogo busca contemplar através das múltiplas e imprevisíveis estratégias que podem ser usadas pelos jogadores e pelos desafios impostos a eles pelo jogo. Esse jogo tem como público-alvo preferencial alunos que estão cursando, ou já cursaram, o segundo ano do ensino médio. Apesar disso, ele pode ser jogado por qualquer pessoa, independentemente dos seus conhecimentos sobre química.

2. INTRODUÇÃO

2.1. Natureza da Ciência e sua Abordagem nas Salas de Aula de Ciências

A ciência é um empreendimento humano praticado no contexto de uma ampla cultura e seus praticantes (cientistas) são produtos dessa cultura. Então, a ciência afeta e é afetada pelos vários elementos e esferas intelectuais da cultura na qual está inserida. Esses elementos incluem, mas não estão limitados a, aspectos sociais, estruturas de poder, fatores políticos e socioeconômicos, filosofia e religião (LEDERMAN, 2006, p. 4).

Todos esses aspectos caracterizam o que comumente é denominado *Natureza da Ciência* (NC) e que envolve um amplo estudo sobre *como, onde, quando e porque* o conhecimento científico é produzido. Apesar da importância dessa temática, o ensino de NC não está muito presente nas aulas tradicionais de Ciências focadas quase que exclusivamente em conteúdos isolados, sem um sentido amplo. Essas aulas tradicionais não buscam a formação de alunos críticos e reflexivos, mais sim de pessoas capazes de realizar tarefas de forma mecânica.

Quando se trata de abordar questões relacionadas à NC no contexto escolar, de acordo com Matthews (1994), a intenção principal não é a de que os alunos resolvam os grandes debates epistemológicos presentes na academia, nem que aprendam as teorias da filosofia da ciência como se fosse um catecismo. A expectativa é de que os alunos captem algo dos aspectos intelectuais que estão em jogo nesta área e que percebam as perguntas fundamentais e as possíveis e diferentes respostas a estas indagações.

Sendo assim, o professor não deve se prender a regras ou listas de forma a engessar dentro de um padrão o que deve ser apreendido sobre ciência, pois isso contraria a ideia de dinamismo da própria ciência, a qual necessita ser proposta aos alunos. Ele deve expor o conteúdo sobre NC de forma dinâmica, não se apegando a listas ou receitas prontas.

Segundo Allchin (2011 *apud* JUSTI, 2013, p.4), *“a compreensão de NC precisa ser funcional, não declarativa”*. Em outras palavras, o mais importante é que os alunos compreendam como o conhecimento científico é construído, e como a ciência funciona, tal que isso possa contribuir para que eles sejam mais críticos nas decisões que tomam com base nas informações que recebem de fontes diversificadas. Para isso se tornar uma realidade os alunos devem ser orientados e estimulados a refletir sobre a NC.

No sentido contrário ao que comumente ocorre nas tradicionais aulas de Ciências, quando se leva em conta aspectos da NC nas aulas, o professor não fica limitado apenas a

ensinar conteúdos de forma desconexa. Ele amplia o potencial de ensino e aprendizagem, interligando as várias áreas da ciência, dando um sentido mais amplo para o conhecimento aumentando as chances de que o aluno aplique o que aprendeu durante o decorrer de sua vida. Para isso, o professor deve ter bem planejado o que está ensinando, destacando de forma intencional aspectos de NC abordados para que os alunos possam refletir sobre eles.

Segundo Justi (2013), devido a sua grande importância, o ensino sobre aspectos da NC vem ganhando espaço de forma implícita em documentos oficiais, como o PCN:

No Brasil, o ensino *sobre ciências*, ou *de natureza da ciência*, ainda não é enfatizado de forma explícita nos documentos oficiais (por exemplo, PCN+ Ensino Médio e Orientações Curriculares para o Ensino Médio). Entretanto, tais documentos destacam aspectos inerente ao mesmo como, por exemplo, a necessidade de que o ensino não promova “uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época” e a importância de o aluno reconhecer “que o conhecimento químico é dinâmico, portanto, provisório” (MEC, 2000, p. 96).

Levando em consideração aspectos da NC, Justi (comunicação pessoal, 21 de Março, 2014) elaborou um valioso recurso que poderá auxiliar o professor no planejamento do ensino *sobre Ciências*. Esse recurso recebeu o nome de “Science Eye” em analogia à roda gigante localizada na cidade de Londres, a London Eye. Nessa ferramenta a autora ressalta as diversas áreas que podem caracterizar a ciência, descritas resumidamente a seguir com base em sua comunicação pessoal realizada em 21 de março de 2014 na Universidade Federal de Ouro Preto aos participantes do Pibid:

- **Filosofia da ciência:** uma das áreas mais amplas que pode dar suporte para discussões sobre ciência, porque seus principais focos de interesse são o próprio significado de ciência e seus aspectos epistemológicos (isto é, aqueles relacionados à produção do conhecimento, às suas origens e à sua validação).
- **História da ciência:** área que estuda o desenvolvimento da ciência e dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, isto é, a progressão histórica das ideias constituintes ou relacionadas à ciência e à emergência e modificação de ideias em contextos históricos específicos. Assim, a história da ciência evidencia claramente que o conhecimento científico é provisório, que a produção e a validação do conhecimento são processos gradativos e não lineares (isto é, nos quais ocorrem imprevistos).

- **Cognição:** área que estuda os processos de aquisição de conhecimento, isto é, como os indivíduos pensam ao adquirir (produzir e/ ou entender) conhecimento científico; que tipos de raciocínios eles usam nesse processo. Nesse sentido, ela tem interfaces com outras áreas, como a filosofia e a psicologia. Por isso, as principais teorias cognitivas têm forte caráter filosófico e/ ou psicológico.
- **Sociologia da ciência:** de maneira contrária ao estereótipo do cientista maluco que trabalha isoladamente em um laboratório, os estudos de sociologia da ciência evidenciam que esta é uma prática social. Discussões (situações argumentativas) dentro da comunidade científica são essenciais na produção da ciência, na divulgação da ciência (parte escrita de artigos revistos por pares, comunicação de ideias em congressos) e na obtenção de financiamento (avaliação e reconhecimento da qualidade de um trabalho). Em todas essas instâncias, fica claro que sempre existe cooperação e competição entre cientistas (ou grupos deles). Estudos na área de sociologia também enfatizam aspectos relacionados a como a ciência atinge seu *status* social e a como seu poder é reconhecido (ou aceito sem questionamento) pelas pessoas.
- **Economia da ciência:** esta área objetiva entender a influência dos fatores econômicos no comportamento dos cientistas, a distribuição dos recursos financeiros destinados à ciência e as operações financeiras praticadas pelas instituições científicas.
- **Antropologia da ciência:** área que considera que o trabalho científico é uma forma de ação social e que o desenvolvimento do conhecimento científico é uma forma de produção cultural.
- **Psicologia da ciência:** área que estuda o comportamento e os processos mentais dos cientistas, assim como aspectos de neurociência. Este foco no indivíduo distingue a psicologia da sociologia da ciência.

No modelo Science Eye criado por Justi (comunicação pessoal, 21 de março, 2014). (veja figura 1), cada uma das cápsulas representa uma dessas áreas a partir da qual a ciência pode ser caracterizada. De acordo com a autora, no futuro novas áreas podem emergir, ou outras já existentes (como por exemplo, a ética, a automação etc.) podem ser consideradas. Isto justifica a inclusão da cápsula “?” no Science Eye, ao mesmo tempo que também evidencia que o modelo está aberto a modificações.

A analogia entre a London Eye e a Science Eye foi estabelecida considerando-se que, assim como a ampla e multifacetada visão de Londres permitida pela London Eye e suas cápsulas panorâmicas, um modelo que aborde a natureza da ciência deve possibilitar uma visão ampla e extremamente complexa deste domínio. Se considerarmos que cada cápsula

representa uma perspectiva disciplinar (filosofia, cognição, antropologia etc.), então cada uma delas pode fornecer uma orientação diferente para a ciência. Além disso, a ciência pode ser “olhada”/analisada a partir de uma única cápsula ou de várias ao mesmo tempo (figura 1).

A Science Eye, além de favorecer uma visualização da caracterização da ciência, pode ser usada como uma ferramenta pedagógica, na medida em que o professor pode representar as abordagens que pretende enfatizar em um contexto específico de ensino.

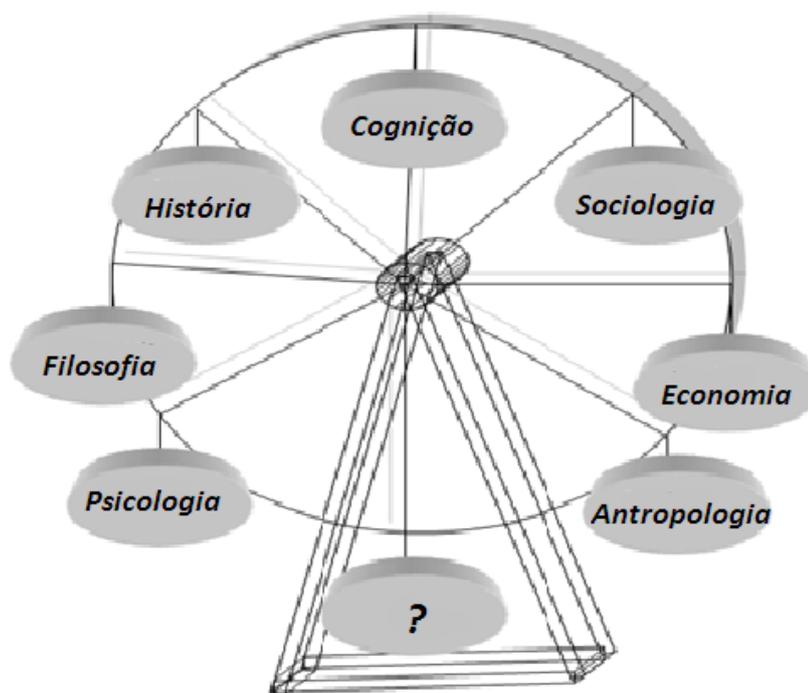


Figura 1. Modelo Science Eye (JUSTI, comunicação pessoal, 21 de março, 2014).

2.2. Atividades Lúdicas no Ensino de Química

Em seu trabalho, Soares (2008) descreve a atividade lúdica como uma *ação divertida*, relacionada aos jogos, realizada em diferentes contextos linguísticos, com ou sem a presença de regras e sem considerar o objeto envolto nesta ação. Em outras palavras, uma ação que gera um mínimo de divertimento. Além desta, encontramos neste mesmo trabalho, outras importantes definições que norteiam a investigação no campo como as de jogos, brincadeira e brinquedo.

Soares (2008) define *jogo* como sendo toda atividade lúdica que tenha regras claras e explícitas, estabelecidas na sociedade, de uso comum e tradicionalmente aceitas, sejam aquelas de competição ou de cooperação. Alguns exemplos são, os jogos de xadrez, dama, banco mobiliário, jogos de vídeo game etc.

Já a *brincadeira*, de acordo com o autor, abrange qualquer atividade lúdica em que as regras sejam claras, mas que, ao contrário do jogo, não necessita ser igual em qualquer lugar do mundo. Ela pode ser estabelecida de acordo com os jogadores em questão também podem ser de competição ou cooperação. Um exemplo é a brincadeira “desafio verdade” que pode ter regras de acordo com o meio em que esta sendo praticada.

Para Soares (2008), o *brinquedo* é o lugar, objeto ou espaço no qual o jogo ou a brincadeira acontece. Como exemplo de brinquedo podemos citar a bola, as peças de um tabuleiro e até o próprio tabuleiro, quando, por exemplo, este é usado como escudo em uma brincadeira entre crianças.

Como pode ser notado, todas essas definições partem daquela de atividade lúdica. Como nosso foco neste trabalho são os jogos, fundamentados nas ideias de Soares (2008), consideraremos o jogo como sinônimo de atividade lúdica. As atividades lúdicas podem melhorar em muito o processo de ensino e aprendizagem de Química, visto que, na literatura da área de Educação, esse domínio é apontado como um no qual existe um alto nível de resistência ao estudo pelos alunos. Sendo assim, constitui um campo fértil para o desenvolvimento de atividades que possam motivar e envolver os estudantes. Mas para motivá-lo é importante antes saber o porquê da desmotivação.

Santos, Silva, Andrade e Lima (2013) apontam em seu trabalho alguns dos principais motivos dos estudantes se sentirem desmotivados. Eles relatam que o ensino de química geralmente vem sendo estruturado em torno de atividades descontextualizadas que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar Química.

Santos et al. (2013) expõem ainda que o baixo nível de aprendizagem dos alunos é, em grande parte, consequência da pouca atenção dada às limitações relacionadas à abstração de conceitos, elaboração e compreensão de modelos científicos e ao surgimento de concepções alternativas.

Pesquisas como essa evidenciam que o ensino de química não pode ficar limitado à repetição de fórmulas e à memorização de conceitos. Ao contrário, para que aluno consiga assimilar a importância da química no mundo moderno e se torne capaz de fazer uso desse conhecimento, ele necessita ser envolvido em um ensino contextualizado e reflexivo nessa área do conhecimento. É nesse sentido que as atividades lúdicas podem facilitar o rompimento com as aulas tradicionais, consideradas monótonas e cansativas pelos alunos, abrindo espaço para um método de ensino mais dinâmico.

As atividades lúdicas ampliam a interação didática entre o professor e o aluno, possibilitando uma maior compreensão do conteúdo abordado. Além disso, como apontado por Cazela e Cazela (2009):

O lúdico estimula a criatividade e a imaginação, aprofunda a compreensão da realidade. Em sala de aula o lúdico é enriquecedor trazendo bons resultados na aprendizagem. Ele é muito significativo, pois o fato de brincar desenvolve a criatividade, a cooperação e o bom humor, necessários ao educando e de grande valor para a sua formação enquanto pessoa (CAZELA; CAZELA, 2009, p. 163).

Para Santana (2007), as atividades lúdicas não devem ser vistas como uma forma de memorização fácil, mas, como uma forma de reflexão que contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades, de forma que os alunos se sintam mais motivados durante as aulas de química. Isso se justifica pelo fato de o lúdico ser integrador de várias dimensões do aluno, como: a afetividade, o trabalho em grupo e as relações com regras pré-definidas; algo que pode promover a construção dos conhecimentos cognitivo, físico e social.

Durante as atividades lúdicas o professor consegue observar melhor o comportamento dos alunos diante de problemas, além de avaliar a capacidade de elaborar novos conhecimentos a partir de conhecimentos anteriores. Por isso, as atividades lúdicas podem ser o elo para acessar o interesse dos alunos no ensino em geral e no de Química, em particular. Além disso, quando o professor permite que o aluno reflita de forma descontraída sobre o que está sendo ensinado, o aluno pode se sentir mais motivado e disposto a participar nas aulas da construção do seu conhecimento químico.

2.2.1. Jogos Didáticos: Aspectos Gerais e o Ensino de Química

Quando se pensa em um jogo, logo se pensa também em uma proposta voltada para o entretenimento, porém um *jogo didático* vai além da diversão proporcionada por um jogo comum. Para desempenhar esse papel, de acordo com Kishimoto (1998), o jogo deve desempenhar duas funções de igual importância:

- 1. Função lúdica:* o jogo deve propiciar a diversão, o prazer e até o desprazer quando escolhido voluntariamente;
- 2. Função educativa:* o jogo deve ensinar qualquer coisa que complete o indivíduo em saber, em seus conhecimentos e em sua apreensão do mundo (KISHIMOTO, 1998, p. 19).

Kishimoto (1998) ressalta que o equilíbrio entre essas duas funções é o objetivo do jogo educativo. Por outro lado, o desequilíbrio entre elas pode conduzir a duas situações: não há mais ensino, apenas jogo, quando a função lúdica predomina; ou, quando a função

educativa elimina todo o caráter lúdico restando apenas o ensino. Por exemplo, se um professor escolhe um jogo de memória com estampas de frutas destinado a auxiliar na discriminação das mesmas, mas as crianças utilizam as cartas do jogo para fazer pequenas edificações, a função lúdica predomina e absorve o aspecto educativo definido pelo professor: discriminar frutas. Da mesma forma, o uso de quebra-cabeças e jogos de encaixes como modalidades de avaliação constrange e elimina a ação lúdica. Se perde sua função de propiciar prazer em proveito da aprendizagem, o brinquedo se torna instrumento de trabalho, uma ferramenta exclusiva do educador.

É devido ao caráter lúdico que o jogo didático se torna uma atividade cativante para os alunos que se disponibilizam, de forma voluntária, a realizá-la. Dessa maneira, o professor não deve impor o jogo a seus alunos, pois isso pode atrapalhar as reflexões que devem ser feitas durante o decorrer do mesmo. Em consonância com Kishimoto (1998), Huizinga (2001 *apud* SOARES, 2008) afirma que, se há imposição, a atividade deixa de ser um jogo.

Além dessa natureza livre do jogo, Huizinga (2001 *apud* SOARES, 2008) aponta outras características como o prazer, o caráter não sério, a separação dos fenômenos do cotidiano, as regras e sua limitação no tempo e no espaço. Soares (2008) acrescenta que o caráter não sério apontado por Huizinga não implica que a brincadeira deixe de ser séria, ou seja, em certas ocasiões, há compenetração no ato de brincar ou jogar.

Henriot (1967 *apud* SOARES, 2008) explica ainda que, é necessário que exista a intencionalidade, ou seja, que o jogador saiba realmente que está jogando e o que isso implica, para que um jogo seja caracterizado como tal. Essa intencionalidade é essencial quando consideramos o processo de ensino-aprendizagem de um conteúdo curricular. Isso porque a intencionalidade do aluno em jogar um jogo didático, do qual ele tem em mente os objetivos, pode também estar associada a sua intencionalidade de aprender com aquele jogo.

Outro ponto importante que vale a pena nos atermos quando o assunto é o jogo didático é o paradoxo criado quando o professor utiliza um jogo escolhido por ele, para que seus alunos possam jogar. Aparentemente, pode parecer que o jogo perdeu seu caráter de jogo, porque não foi escolhido voluntariamente pelos alunos; mas isso não é uma verdade. De acordo com Soares (2008), “(...) *elimina-se o paradoxo na prática pedagógica ao se preservar a liberdade de interação com o brinquedo, bem como a liberdade de se divertir e brincar* (SOARES, 2008, p.49).”

Campagne (1989 *apud* SOARES, 2008) argumenta que quando se quer garantir a essência do jogo no processo educativo é necessário manter os seguintes critérios:

- a) Valor experimental- permitir a exploração e manipulação;

- b) Valor de estruturação - dar suporte à estruturação de personalidade ou o aparecimento da mesma em estratégias e na forma de brincar;
- c) Valor de relação - incentivar a relação e o convívio social entre os participantes e entre o ambiente como um todo; e
- d) Valor lúdico- avaliar se os objetos possuem as qualidades que estimulem o aparecimento da ação lúdica (CAMPAGNE, 1989, *apud* SOARES, 2008, p.49).

Tendo em vista os inúmeros benefícios que a função lúdica do jogo proporciona é importante lembrar que o aspecto didático não pode ficar em segundo plano. Como em qualquer atividade pedagógica, o professor deve ter bem planejado os objetivos que ele pretende atingir com o jogo para que ele possa guiar a atenção dos alunos para determinados aspectos de interesse que estão contidos nesse jogo.

O jogo didático para ser atraente tem que possuir desafios para o aluno, de forma que ele possa utilizar os conhecimentos que adquiriu anteriormente para formular estratégias de jogo. Estas, por sua vez, de acordo com Soares (2008) são delimitadas pelas regras do jogo, as quais o jogador deve *dominar para atuar*.

Neste sentido, Soares (2008) destaca que, a aprendizagem de alguns conceitos através dos jogos passa, primeiramente, por regras a serem obedecidas para que o jogo ou a atividade funcione a contento e se atinja os objetivos propostos. O autor considera a existência de dois níveis de regras: as explícitas e as implícitas. As regras explícitas são as próprias regras declaradas e consensuais de um jogo e as implícitas são as habilidades mínimas necessárias para que se possa praticar um jogo em que há regras explícitas. Por exemplo, em um jogo de xadrez, fica implícito a necessidade de se saber, no mínimo, movimentar as peças o tabuleiro sem que elas caiam. Explicitamente, determina-se que tipo de movimento é permitido e o que é necessário para que o jogo termine.

Como comentado, é o domínio das regras que permite ao jogador formular suas estratégias e que mantém o jogo atrelado a um objetivo. Daí a grande importância destas no contexto do jogo didático. Nesse contexto, deve-se levar em conta os objetivos do professor no momento do ensino. Este deve procurar um jogo que se aplique aos conceitos e ideias que estão sendo estudados. Assim, ele terá maiores chances de um bom aproveitamento do conteúdo do jogo.

Aos vários benefícios do uso do jogo didático, soma-se o fato de que o aluno poderá formular suas próprias ideias, além de testá-las em um ambiente que pode mais facilmente simular a realidade. Segundo Miranda (2001) cinco fenômenos diretamente ligados à aprendizagem podem ser afetados de maneira benéfica pela adoção de atividades lúdicas na sala de aula: a cognição (processo pelo qual as pessoas adquirem conhecimentos e raciocínio);

a socialização (atividades em grupo); a afeição (desenvolvimento da sensibilidade e da estima e atuação no sentido de estreitar laços de amizade e afetividade); a motivação (envolvimento da ação do desafio e mobilização da curiosidade) e a criatividade.

No que diz respeito à utilização do jogo didático no ensino de Química, Cunha (2012) aponta alguns dos seus objetivos:

- Proporcionar aprendizagem e revisão de conceitos, buscando sua construção mediante a experiência e atividade desenvolvida pelo próprio estudante;
- Motivar os estudantes para aprendizagem de conceitos químicos, melhorando o seu rendimento na disciplina;
- Desenvolver habilidades de busca e problematização de conceitos;
- Contribuir para formação social do estudante, pois os jogos promovem o debate e a comunicação em sala de aula;
- Representar situações e conceitos químicos de forma esquemática ou por meio de modelos que possam representá-los (CUNHA, 2012, p. 96).

Cunha (2012) ressalta que a função do jogo no ensino de química não é de memorização de conceitos, nomes ou fórmulas. Quando se utiliza nomes de compostos, fórmulas químicas e representações não se devem ter a intenção de sua memorização, mas como uma forma de o estudante se familiarizar com a linguagem química e adquirir conhecimentos básicos para aprendizagens de outros conceitos.

Visando alcançar os objetivos apontados por Cunha (2012) para o ensino de Química através de jogos didáticos, Santana e Rezende (2008) apontam vários autores que têm apresentado jogos e destacado sua eficiência em despertar o interesse dos alunos pela Química (por exemplo, SCHRECK & LANG, 1985; UTCHINSON & WILLERTON, 1985; RUSSELL, 1999; CRUTE, 2000; HELSER, 1999; ELCHLER *et al.* 2000, 2005; DEAVOR, 2001; SOARES *et al.* 2003; *apud* SANTANA; REZENDE, 2008, p. 1)

Neste trabalho é enfatizado que a maioria desses autores destaca os jogos como elementos motivadores e facilitadores do processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Destaca também que os jogos didáticos e as atividades lúdicas em geral têm como objetivos centrais induzir o aluno ao raciocínio, à reflexão, ao pensamento e, conseqüentemente, à (re) construção do seu conhecimento.

Outro exemplo é o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) elaborado por Lima (2012). Ela construiu um jogo didático de tabuleiro e cartas, contendo informações sobre a história das teorias e dos modelos atômicos com ênfase na Natureza do Conhecimento Científico (NCC). O principal objetivo dela é que os estudantes entendam os aspectos contemporâneos e consensuais da NCC, de forma divertida, utilizando o jogo.

Apesar de todos os benefícios dos jogos didáticos apontados na literatura, muitos professores ainda não os utilizam em suas aulas, porque relacionam o ato de jogar apenas ao fator lúdico, ignorando o potencial que o jogo didático tem para o ensino. Essa mentalidade poderá ser mudada com o tempo, na medida em que mais resultados favoráveis da aplicação do jogo didático forem aparecendo nas pesquisas da área de educação. Estes resultados poderão tornar mais evidente a contribuição que o jogo didático pode ter na formação de alunos conscientes, mais capazes de aplicar o conhecimento aprendido dentro de sala de aula em seu cotidiano e de refletir sobre este.

2.3. Jogos Didáticos na Abordagem da Natureza da Ciência

Durante muito tempo, acreditava-se que a aprendizagem ocorria pela repetição e que os estudantes que não aprendiam eram os únicos responsáveis pelo seu insucesso. Hoje, o insucesso dos estudantes também é considerado consequência do trabalho do professor. A ideia do ensino despertado pelo interesse do estudante passou a ser um desafio à competência do docente. O interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem (CUNHA, 2012, p.92).

A reflexão de aspectos como esses nos fazem considerar que o ensino *de Ciências e sobre Ciências*, não pode ser um fardo para os alunos. Ele deve ser desenvolvido de forma prazerosa para que aqueles que estão aprendendo possam usufruir de seus benefícios.

Neste sentido, o jogo didático pode facilitar o ensino de aspectos da NC de forma que o aluno consiga relacionar elementos e esferas intelectuais da cultura na qual o cientista está inserido ao processo de produção do conhecimento científico. Isso porque, quando o aluno se vê dentro de um contexto simulado pelo jogo, ele estabelece relações com outros jogadores e com as regras que permitem assimilar a influência de fatores externos que estão por traz de uma descoberta científica. Alguns exemplos desses fatores externos são a influência da economia, a evolução de conceitos, as forma de aquisição de conhecimento, o uso da criatividade para interpretar resultados, a comunicação entre os cientistas, a personalidade dos cientistas que pode estar, de certa forma, relacionada com a própria personalidade dos jogadores; além de inúmeros outros fatores.

Para que o aluno consiga compreender tais aspectos, é necessário que o professor realize um planejamento cuidadoso antes de iniciar um jogo para abordagem dos aspectos sobre NC, refletindo sobre a forma com que fará isso para que os alunos, de fato, consigam identificá-los e perceber suas implicações. Visto que, se esse aprendizado não for orientado de forma consciente e explícita pelo professor, pode não surtir o efeito desejado.

É bom ressaltar que, ao tratar dessa temática, não é necessário abordar todas as características da NC de uma só vez (algo que seria até mesmo impossível!). O professor deve ter a habilidade para saber qual característica é mais adequada para ser trabalhada em cada momento do jogo didático que utiliza como ferramenta no processo de ensino.

É interessante notar que a utilização de jogos com a finalidade de abordar, especificamente, características da NC no ensino de Química (e de Ciências em geral) é pouco frequente. Neste trabalho, somos guiados por um objetivo que caminha nessa direção: fundamentar uma reflexão no jogador sobre a natureza do conhecimento científico a partir de uma situação simulada de invenção. O diferencial dessa abordagem está na forma como o conhecimento é construído, numa tentativa de possibilitar ao aluno refletir e participar das diferentes interpretações que uma mesma descoberta pode ter, e de perceber os múltiplos e complexos fatores que estão “em jogo” na evolução pela qual o conhecimento passa ao longo do tempo.

Como discutido na seção anterior, um jogo voltado para o ensino e aprendizagem de NC não pode perder a função lúdica nem a função didática. Acreditamos que, quando bem trabalhado, um jogo destinado a tal finalidade, como o que propomos aqui, tem potencial para conjugar essas duas funções, visto que se aproxima mais da realidade do que os jogos descontextualizados.

Se considerarmos os critérios sugeridos por Campagne (1989 *apud* SOARES, 2008) para que o jogo mantenha sua essência no processo educativo, percebemos que todos eles podem ser aplicados a jogos que pretendem abordar aspectos da NC no ensino, como o que propomos neste TCC. A saber:

- *Valor experimental*- o jogo voltado ao ensino de NC pode permitir a exploração de estratégias de acordo com as regras e a personalidade de cada jogador, possibilitando uma interação jogo-jogador. Além disso, os jogos voltados para o ensino de NC podem oferecer aos alunos uma imersão mais profunda, *na* e *pela* história da ciência, gerando uma sensação de interação com os conceitos abordados e facilitando o envolvimento dos jogadores com a proposta do jogo.
- *Valor de estruturação*- o jogo voltado para a NC pode considerar características da personalidade de personagens do jogo ou a própria personalidade do jogador, ou ainda pode adequar a personalidade do jogador ao contexto do jogo.
- *Valor de relação*- o jogo voltado para NC pode incentivar uma maior interação entre os jogadores, pois eles levam em conta características sociais de forma mais realista que os

jogos descontextualizados, além de oferecer a possibilidade de maior interação entre os jogadores.

- *Valor Lúdico*- os jogos voltados para trabalhar aspectos da NC podem explorar de forma consistente e positiva a função lúdica que um jogo pode ter, pois eles permitem simular um ambiente muito próximo ao da realidade trabalhada, fazendo com que os jogadores interajam com as regras e com o contexto do jogo de forma natural e imaginativa, abandonando a realidade que existe fora do jogo com o objetivo de superar os obstáculos impostos por esse ambiente simulado.

Diante dos aspectos discutidos, um jogo didático voltado para aspectos da NC mostra-se uma ferramenta valiosa para as aulas de Química, lembrando que, ele não dispensa o papel fundamental do professor. As possibilidades criadas pelo uso dos jogos didáticos no ensino de diferentes aspectos relacionados à NC estão condicionadas à compreensão das mesmas pelo professor, antes de serem trabalhadas com os alunos. Uma boa ferramenta na mão de um profissional preparado se torna uma ferramenta excelente.

3. OBJETIVOS

O primeiro objetivo desse TCC é a *proposição de um jogo como ferramenta didática para explorar, no contexto da sala de aula, diferentes aspectos das áreas que podem caracterizar a ciência*. Nosso propósito com esse jogo, portanto, é o de que ele auxilie o professor na orientação do raciocínio dos estudantes em direção às características da ciência que não são muito bem trabalhadas (às vezes, nem mesmo mencionadas) nas aulas de Química.

Outro objetivo, específico do jogo, é *proporcionar um ambiente simulado, próximo à realidade do cientista, a partir do qual aspectos da produção do conhecimento científico possam emergir de forma descontraída e sem imposição de ideias já prontas*, numa tentativa de favorecer o desenvolvimento e/ou aprimoramento de conhecimentos sobre NC da forma funcional apontada por Allchin (2011 *apud* JUSTI 2013).

4. METODOLOGIA

4.1. Metodologia de Pesquisa Para Proposição do Jogo

A elaboração do jogo didático surgiu a partir da ideia de se trabalhar com um contexto

histórico que envolvia os acontecimentos que culminaram no desenvolvimento do processo Haber-Bosch de síntese da amônia. Por isso, primeiro foram revisitadas algumas fontes que tratavam da natureza da ciência (por exemplo: LEDERMAN, 2006; MATTHEWS, 1994; JUSTI, 2013), selecionadas entre as indicadas no projeto em desenvolvimento no Pibid Química da UFOP, do qual sou integrante.

O modelo Science Eye criado por Justi (comunicação pessoal, 21 de março, 2014), foi a principal ferramenta utilizada na estruturação lógica do jogo, voltada para estabelecer um elo entre o jogador e as áreas que podem caracterizar a ciência. A escolha desse referencial como principal fonte para fundamentação do jogo proposto neste TCC, deve-se ao fato de o mesmo possuir uma abordagem holística e bem estruturada da natureza da ciência, a partir das diferentes áreas do conhecimento. Isso é coerente com as ideias de Allchin discutidas a seguir.

O modelo de Justi foi a ferramenta que norteou o projeto do jogo “Saga Científica” de forma a tentar conjugar nele, aspectos pertencentes às diferentes áreas que podem caracterizar a ciência (por exemplo, a Filosofia da ciência, a História da ciência, a Cognição, a Sociologia, a Economia, a Antropologia e a Psicologia).

O argumento utilizado por Allchin (2011, *apud* JUSTI 2013) de que a compreensão de NC precisa ser funcional e não apenas declarativa, orientou essa proposta de jogo em direção à busca por formas de simular situações, as quais fizessem com que o aluno refletisse sobre as múltiplas, e às vezes, simultâneas, interferências e influências que a ciência sofre/recebe durante a sua construção. Isso, sem que as características de tal construção tivessem que ser recitadas pelo professor como uma lista sem significados ou com, no máximo, significados isolados. Como criticado pelo próprio Allchin (2011, *apud* JUSTI 2013), tal abordagem reforça estereótipos e não captura os aspectos contextuais da ciência, algo que se afasta dos objetivos propostos neste TCC.

Tendo em mente as possibilidades que são criadas quando se trabalha com NC, foi necessário aprofundar também os conhecimentos sobre o jogo didático. Para isso, foi utilizada como principal referência o trabalho de Soares (2008). A partir da leitura desse trabalho, juntamente com outros não menos importantes voltados para a temática jogos didáticos (por exemplo: KISHIMOTO, 1998; MIRANDA, 2001; CUNHA, 2012), foi possível pensar em possibilidades que reunissem conhecimentos sobre NC dentro da proposta de um jogo didático.

Motivado pela participação no Pibid Química UFOP de uma corte simulada para julgar se Haber havia ou não sido merecedor do Prêmio Nobel da síntese da amônia em 1918, a partir da qual, tomei conhecimento do contexto e aprimorei conhecimentos sobre a temática, essa síntese foi escolhida como pano de fundo do jogo “Saga Científica”.

Como me propus a elaborar um jogo que abordasse fatos reais ou algo mais próximo disso (dada a subjetividade dos relatos históricos), foi necessário um estudo sobre o contexto vivido pelos cientistas e os principais problemas que eles enfrentaram na época da descoberta do processo industrial de síntese da amônia. Dentre as diferentes referências a que tive acesso no planejamento da corte simulada, as principais delas utilizadas na fundamentação do jogo foram os trabalhos de Araújo (2012) e Chagas (2007). Em seu trabalho, Araújo (2012) discorre sobre a importância da amônia, além de abordar um pouco sobre a vida de Fritz Haber e o contexto em que ele vivia. Esse trabalho traz também a tradução do discurso proferido por Fritz Haber na conferência do prêmio Nobel de 1920. Já o trabalho de Chagas (2007) retrata, com riqueza de detalhes, o contexto vivido pelos cientistas no período anterior à descoberta da síntese da amônia em escala industrial.

A partir de ideias derivadas da conjugação dessas diferentes fontes sobre história, filosofia, sociologia e natureza da ciência e jogos didáticos, o jogo “Saga Científica” foi elaborado, de forma a tentar estabelecer uma relação entre a complexidade dos fatos ocorridos durante o período que culminaram na descoberta de um processo de síntese da amônia em escala industrial, e a trajetória de Fritz Haber e de vários outros cientistas e “personagens” direta ou indiretamente envolvidos nesse processo.

4.2. Metodologia de Elaboração do Jogo Didático

Antes de iniciar a construção do protótipo do jogo, foi necessário construir um pré-projeto com os principais objetivos do jogo. Esse pré-projeto foi apresentado para os alunos e para a professorada disciplina Estágio Supervisionado III, que opinaram sobre a ideia inicial, especialmente com relação à inserção da possibilidade de mais de um jogador vencer o jogo e à aplicação do jogo no contexto da sala de aula (uma vez que a proposta inicial previa que os alunos jogariam em casa e discutiriam suas experiências com o professor em sala). Após essas considerações, foi proposta a primeira versão do jogo “Saga Científica” apresentado neste TCC.

A parte física do jogo foi pensada de forma a minimizar os custos com impressão e compra de acessórios. Todo o jogo pode ser impresso em uma impressora doméstica comum, utilizando folhas de papel A4. Por exemplo, o tabuleiro principal (ver anexo 1) pode ser montado, unindo as 12 folhas A4 que o compõe, bastando, para isso, utilizar fita adesiva ou papel contact. As peças de movimentação podem ser confeccionadas com tampas de garrafa PET (ver anexo 14) e personalizadas com a foto de Carl Bosch. Resta assim, apenas a aquisição de dados, os quais possuem um baixo custo.

O jogo foi pensado de forma a abordar situações vividas por alguns cientistas do final do século XIX ao início do século XX, que trabalharam com a ideia de se produzir amônia a partir do hidrogênio e nitrogênio molecular.

Uma contextualização histórica (ver anexo 2), foi elaborada para que os jogadores, antes de iniciarem o jogo, compreendam a importância da síntese da amônia dentro da época que o jogo situa.

No intuito de equilibrar a função lúdica do jogo com a função pedagógica da atividade de ensino, foram criadas categorias diferentes de jogadores - cientistas e investidores e uma terminologia particular ao jogo (ver anexo 3). Cientistas e investidores possuem papéis específicos no objetivo final do jogo. O papel central do cientista é o de desenvolver um processo economicamente viável para produção de amônia em escala industrial, enquanto o dos investidores é de angariar fundos para a construção dessa fábrica em associação com um cientista que domine o processo de síntese da amônia (ver anexos 4 e 5).

Quando foi pensado o papel do investidor no jogo, procurou-se aproximar o máximo possível da realidade dos investidores reais, que nem sempre possuem dinheiro suficiente para realizar um empreendimento desejado. No intuito de levantar recursos, eles acabam criando obstáculos na evolução do cientista, uma vez que vendem os cartões representativos pelo maior preço possível.

Caso o investidor não consiga se associar ao cientista capaz de desenvolver o processo de síntese da amônia, ele não ganhará o jogo. Isso foi idealizado numa tentativa de refletir sobre a importância do conhecimento no sucesso de um empreendimento científico, pois, neste caso, não basta ter dinheiro para que o sucesso seja alcançado.

Cada uma das quarenta e seis etapas do percurso principal do jogo (ver anexos 6 ao 9) foram idealizadas para que envolvessem características das múltiplas perspectivas da NC e para que o professor pudesse abordá-las de forma descontraída com os alunos. As cores das etapas seguem a sequência do espectro visível para representar o aumento gradual da dificuldade do jogo em comparação como aumento da energia envolvida em cada cor. Isso serve como referência visual para o jogador perceber sua evolução e o aumento do grau de complexidade.

As perguntas que constam nas diferentes etapas do jogo foram inspiradas nos problemas que surgiram durante o desenvolvimento do processo de síntese da amônia. Um exemplo destas é a questão: Se o rendimento da amônia aumenta com a redução da temperatura, porque o sistema de produção opera em temperaturas relativamente altas?

Pensando no fato de que as decisões que os cientistas tomam ao longo da vida podem vir a influenciar suas descobertas, foi elaborado um parâmetro, denominado grau de risco. O

grau de risco, portanto, traduz os diferentes obstáculos que o cientista pode enfrentar como consequência de suas decisões irrefletidas.

A fábrica e a bolsa de valores (ver anexo 10 e 12, respectivamente) foram criadas para possibilitar uma maior aproximação do jogador com a realidade econômica vivida pelos cientistas, os quais frequentemente não possuem financiamento, necessitando arcar com suas próprias despesas.

A biblioteca (ver anexo11) foi criada para representar as fontes de pesquisa que os cientistas precisam recorrer durante sua trajetória. Ela foi pensada de forma que nem sempre se consiga encontrar a resposta procurada de imediato, numa tentativa de torná-la mais próxima à realidade.

O tribunal (ver anexo 13) foi pensado, principalmente, com o objetivo de destacar que os cientistas também podem ter problemas com a justiça por fatores de ordem pessoal ou profissional (por exemplo, quando seus experimentos geram algum tipo de acidente).

O dinheiro utilizado no jogo é uma homenagem a Fritz Haber, por isso as notas possuem seu nome e foto (ver anexo 14). As peças de movimentação do jogo, receberam o nome de “minibosch” em homenagem à Carl Bosch e também possuem a foto do mesmo (ver anexo 14).

Também em mais uma tentativa de assegurar o equilíbrio entre as funções lúdica e pedagógica, foram criadas regras como a de que o jogador da categoria cientista não pode pular nenhuma etapa. Assim, ele tem que passar por todas as situações propostas no jogo; algo que pode favorecer uma compreensão mais global das características envolvidas na produção do conhecimento científico destacadas no jogo. Aliado a isso, a dinamicidade do jogo contribui para assegurar a sua função lúdica.

Os cartões representativos (ver anexo 15) foram criados para aumentar o caráter dinâmico do jogo, pois eles representam compras e contratações que o cientista tem que realizar. Os cartões representativos possuem grau de risco variado, de acordo com a qualidade do que esta sendo comprado ou contratado. Esses cartões foram criados numa tentativa de refletir os cuidados que o cientista tem que tomar ao fazer suas escolhas guiadas principalmente pelo caráter econômico).

Os cartões-biblioteca (ver anexo 16) foram criados para representar as várias fontes de consulta confiáveis que um cientista pode ter (por exemplo: artigos, livros e trabalhos de outros cientistas). O direito de leitura dos mesmos é obtido através da biblioteca.

Os cartões-discurso (ver anexo 17) foram concebidos para simular informações aleatórias e de diferentes naturezas que os cientistas recebem no meio social em que vivem.

Por exemplo, informações que recebem através de uma conversa com amigos ou através de jornais e artigos científicos ou não.

Uma fase de testes de equipamentos foi criada no jogo. Caso o teste dê errado, o cientista é obrigado a realizá-lo novamente, assumindo todos os prejuízos consequentes. O intuito dessa fase foi o de facilitar a compreensão de que, apesar de planejados, experimentos nem sempre saem como esperado e as despesas e as consequências dos erros não podem ser evitadas.

Além de todos esses aspectos, o jogo foi concebido de forma que um cientista possa vencer o jogo em parceria com um investidor ou sozinho. Esses diferentes desfechos foram pensados numa tentativa de incentivar a discussão de que, em certas situações, o cientista pode também ser seu próprio financiador. Outros intuídos com as diferentes possibilidades de desfecho foram os de aumentar o caráter competitivo do jogo e, mais uma vez, de tentar aproximar a simulação da realidade complexa vivenciada na construção do conhecimento científico.

5. RESULTADOS

5.1. O Jogo e o Jogar

Antes de iniciar o jogo, o jogador deve estar preparado para uma imersão em um universo repleto de estratégias e para os efeitos de influências de diferentes ordens, onde o sucesso e o fracasso andam lado a lado e nem sempre aquele que sai na frente e faz a maior parte das descobertas, recebe as glórias no final. O jogador deve estar preparado para experimentar um pouco da saga vivida por muitos cientistas durante o processo de construção do conhecimento.

Para ser iniciado, o jogo precisa, no mínimo, de cinco jogadores: três pertencentes à categoria cientista e dois, à categoria investidor. Ambas as categorias possuem o mesmo objetivo que é o da construção de uma fábrica economicamente viável para produção de amônia. Porém, o papel que cada um desempenha durante o jogo, como discutido na seção anterior, é diferente. O investidor deve ter como meta juntar dinheiro suficiente para construir a fábrica, além de se associar a um cientista que domine o processo de síntese. Por outro lado, o cientista tem o papel de adquirir conhecimento para desenvolver um processo de síntese economicamente viável e de construir a fábrica com o sem o auxílio de um investidor. Isso só acontece quando ele alcança a etapa de número 39 (ver anexo 7).

O investidor receberá, inicialmente, 3.000 Fritz Haber e vinte e quatro cartões representativos. Ele terá autorização para jogar na bolsa de valores e na fábrica. Para adquirir

os 20.000 Fritz Haber, necessários para a construção da fábrica de amônia, ele poderá vender os cartões representativos para os cientistas, fazer investimentos na bolsa de valores e prestar consultoria para a fábrica.

É importante o investidor ter em mente que os cientistas têm livre arbítrio para escolher de quem eles vão comprar os cartões representativos, decisão que muitas vezes estará ligada ao preço que cada investidor irá vender os mesmos. Outro aspecto importante é que o investidor só tem o direito de jogar dados na fábrica ou na bolsa de valores, quando for a sua vez na rodada. No entanto, os cartões representativos poderão ser vendidos a qualquer momento do jogo.

Como forma de estratégia, um investidor pode conceder empréstimos ou fazer doações de cartões representativos ou dinheiro para um ou mais cientistas. Lembrando que, para o investidor ganhar, não basta que ele tenha dinheiro suficiente; é necessário que ele se associe a um cientista que domine o processo de síntese da amônia.

Não é possível que os dois investidores ganhem o jogo, uma vez que o cientista só poderá se associar a um deles. A vitória do investidor só é estabelecida quando o cientista ao qual ele está associado chegar à etapa 46.

O cientista deve percorrer todas as quarenta e seis etapas do percurso principal para vencer o jogo, porém, o espaço físico dele no tabuleiro não se limita ao percurso principal (ver anexo 1). Ele inicialmente jogará o dado para saber quanto de dinheiro irá receber. O cientista poderá recorrer à fábrica ou à bolsa de valores para ganhar mais dinheiro. Quando for a sua vez de jogar, ele poderá atuar na fábrica, bolsa de valores, biblioteca e tribunal.

A evolução do cientista no percurso principal só ocorrerá quando ele cumprir o que for estabelecido em cada etapa. Caso ele utilize a sua vez para jogar na fábrica, bolsa de valores, biblioteca ou tribunal, só poderá passar para a etapa seguinte na próxima rodada.

Fica a critério do jogador, de acordo com a estratégia adotada, a escolha do momento em que ele irá jogar na fábrica ou na bolsa de valores. Entretanto o tribunal, só será utilizado quando a etapa do percurso principal em que o cientista se encontra determinar. A biblioteca também possui livre acesso. Sempre que o cientista precisar de uma resposta para alguma questão do jogo, ele poderá recorrer à biblioteca.

Outro aspecto importante é que, apesar de um cientista poder estabelecer parcerias com investidores para cobrir suas despesas durante o jogo, ele também pode optar por não depender de nenhum investidor, na tentativa de vencer o jogo sozinho.

É aconselhável que os cientistas mantenham o seu grau de risco o mais baixo possível, pois assim eles terão mais chances de obter sucesso nos testes decisivos de equipamentos, que ocorrerão nas etapas finais.

Vencerá o jogo, o jogador ou a dupla de jogadores que conseguir conjugar estratégia e sorte, pois como na vida real, uma boa estratégia maximiza suas chances de obter sucesso, porém a sorte pode ser um diferencial quando se pensa em pessoas com níveis de desempenho próximos. Por outro lado, considerando a proposta do jogo, os verdadeiros ganhadores serão todos aqueles que conseguirem assimilar um pouco desse complexo mundo em que o conhecimento científico se constrói.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1. O Jogo Saga Científica e Suas Relações Com a Natureza da Ciência no Ensino de Química

O jogo “Saga Científica” foi criado pensando-se em facilitar a compreensão dos alunos sobre NC de forma dinâmica e descontraída. Nesse jogo o acesso do aluno ao conhecimento ocorrerá por meio dos desafios que enfrentará, das interações com seus colegas, das ações que realizará e das reflexões proporcionadas pela discussão com seu professor.

Neste sentido, o papel do professor como tutor é de fundamental importância no processo de ensino-aprendizagem que pode ser favorecido através desse jogo. Mas, para que este esteja apto a orientar os alunos de maneira adequada nesse processo, é aconselhável que o professor tenha em mente alguns pontos essenciais dos conhecimentos sobre jogos didáticos discutidos neste trabalho e destacados a seguir.

O jogo didático precisa manter um equilíbrio entre o lúdico e o pedagógico e para que isso ocorra, as situações devem ser propostas ao jogador de forma a proporcionar diversão, prazer e até mesmo, desprazer. Além disso, cabe ao professor, por intermédio do jogo, disponibilizar conhecimentos e incentivar reflexões.

É importante que o aluno saiba que está jogando e que tenha em mente os objetivos do jogo para participar do processo de ensino e aprendizagem. É ao professor que compete o fornecimento dessas informações, uma vez que ele possui a visão geral do jogo e de seus objetivos.

Para que o aluno aprenda com o jogo é necessário que haja intencionalidade em jogar um jogo didático. Essa intencionalidade não está relacionada diretamente a escolha do jogo pelo aluno, mas com a liberdade atribuída pelo professor ao ato de jogar.

Devido à importância que as regras do jogo assumem na formulação de estratégias pelos alunos, é importante o jogador dominar todas as regras e, nesse processo, a tutoria do professor também mostra-se essencial.

Além desses conhecimentos gerais sobre jogos didáticos, para que o jogo “Saga Científica” atinja um resultado satisfatório, contribuindo para o desenvolvimento do pensar crítico dos alunos, o professor deve planejar a discussão dos aspectos sobre NC que podem emergir dessa atividade. Esses aspectos estão atrelados às diferentes áreas que, conjugadas, podem caracterizar a ciência da forma holística proposta por Justi a partir de seu modelo Science Eye (figura 1), e são destacados a seguir:

- **Filosofia:** aspectos que podem ser observados em todo o jogo, pois essa área é muito ampla e abrange todo o processo de construção do conhecimento. Por exemplo, o professor pode discutir com os alunos o fato de um jogador da categoria cientista poder utilizar a mesma resposta que foi dada pelo jogador que está mais à frente no jogo. Nessa discussão, pode-se ressaltar o fato de a ciência estar em constante evolução e que, para isso, cientistas formulam novos conhecimentos a partir de conhecimentos existentes. Além disso, pode-se estimular os alunos a analisarem a forma como se dá a evolução do conhecimento científico a partir das diferentes perspectivas (por exemplo, a do cientista, a do investidor, a da comunidade científica da época etc.).
- **História:** Aspectos dessa área podem ser observados na contextualização do jogo e na evolução do jogador no decorrer de um período de tempo. Com base neles, pode-se discutir com os alunos, por exemplo, que nem todos os cientistas que participam da construção do conhecimento recebem o mesmo destaque ao longo da história. Muito frequentemente, observa-se na história das descobertas científicas que aqueles que chegam a um resultado satisfatório primeiro, ou possuem uma maior e mais influente rede de contatos ou até mesmo maior prestígio no meio científico são os mais propensos a carregar o mérito de todo um trabalho.
- **Sociologia:** Aspectos associados a essa área podem ser explorados em discussões sobre os papéis dos cartões discurso, da relação com o investidor, da participação do jogador cientista em congressos e seminários, do recebimento de bolsa de estudo, da contratação de colaboradores e de advogados, da competição com outros cientistas para desenvolver o processo de síntese, entre outros. Nessa discussão pode-se realçar que a ciência é uma prática social e que a maioria dos cientistas não se encaixam no estereótipo do cientista maluco que trabalha isoladamente em um laboratório.
- **Economia:** A discussão sobre a influência do capital no empreendimento científico pode ser discutida com os alunos a partir de aspectos presentes no jogo como o fato de que cada jogador cientista inicia o jogo com uma quantidade de “Fritz” diferente dos outros. Isso realça o fato de que os cientistas podem ser provenientes de diferentes classes sociais (algo

que permeia também o campo da Sociologia). O pagamento de bolsas de estudo, o pagamento de despesas diversas, o pagamento pelo material de pesquisa e a influência do investidor também são exemplos de aspectos que facilitam tal discussão.

- **Antropologia:** Aspectos relacionados à essa área podem ser observados, por exemplo, nas estratégias que cada jogador cientista utiliza para vencer, no seu comportamento diante das questões do jogo e nas relação dele com os demais jogadores. Em discussões sobre aspectos como os citados, pode-se realçar como os fatos científicos são produzidos, levando-se em conta o contexto que o cientista vive, e as necessidades de sua época.
- **Psicologia:** Aspectos dessa área podem ser observados na criatividade de cada jogador e no comportamento dele diante dos desafios propostos, além da postura deles em relação à competição. A partir desses aspectos, podem ser discutidas as habilidades e competências que um cientista necessita desenvolver e o papel da criatividade e da imaginação pessoais na elaboração do conhecimento científico.

Como o jogo “Saga Científica” foi idealizado para dar um grau elevado de liberdade para que cada jogador crie suas próprias estratégias, em alguns momentos algumas características da NC podem aflorar mais que em outros ou em conjugação com outros. Por exemplo, o caráter econômico estará mais em evidência quando os cientistas não conseguirem evoluir no jogo por falta de dinheiro do que quando todos os cientista tiverem capital disponível. Além disso, ao se discutir as diferentes classes sociais das quais os cientistas provém, torna-se impossível fazer a separação entre aspectos econômicos e sociais. Exatamente, por isso, nossa preocupação maior nesse trabalho não é a de fornecer uma lista dos aspectos sobre NC que poderiam ser trabalhados a partir do jogo “Saga Científica” algo que segundo Alchin (2011, *apud* JUSTI, 2013) estereotipa a própria ciência, mas de apontar possibilidades de discussões que orientem o professor na abordagem do jogo em sala e na busca pelo refino de seus conhecimentos sobre NC.

7. IMPLICAÇÕES

Soares (2008) ressalta que, em muitos trabalhos a partir dos quais jogos didáticos são idealizados, os autores não se preocupam com análise dos resultados obtidos ou com a avaliação do impacto da aplicação da atividade em sala de aula ou na escola. Ele também aponta que há relatos de professores que utilizam jogos, analogias e atividades diversas, porém de maneira não sistematizada.

Atentando-nos para a importância dessas considerações e para que o jogo “Saga Científica” não faça parte desse grupo de trabalhos, ele será aplicado por alunos integrantes

do Pibid Química da UFOP, em escolas de Ouro Preto e de suas proximidades. Isso ocorrerá a partir do mês de outubro de 2014.

A aplicação do jogo pode resultar, entre outras possíveis, nas seguintes implicações para o ensino de Química:

- O professor criar novas estratégias de ensino utilizando o jogo;
- Os professores criar novas atividades inspiradas no jogo;
- O professor reconhecer a importância de se discutir aspectos relacionados à NC de forma integrada ao conhecimento químico e se sentir mais motivado a aprimorar seus conhecimentos;
- Os alunos se sentirem motivados a aprender sobre NC;
- Os alunos se sentirem mais motivados a aprender sobre equilíbrio químico;

A aplicação desse jogo no contexto da sala de aula pode também gerar novas pesquisas que visem sanar as carências apontadas por Soares (2008) de investigação do impacto do jogo nesse contexto, seus benefícios e fragilidades. A partir desse tipo de dado será possível ainda propor melhorias e fazer adequações para que o jogo “Saga Científica” cumpra sua função de auxiliar na construção do conhecimento sobre NC.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. C. *O Nobel de Fritz Haber e suas contribuições ao ensino de ciências*. 2012. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Licenciatura) - Instituto Federal de São Paulo, São Paulo. 2012.
- CAZELA, G. N.; CAZELA, S. R. Motivação da aprendizagem através do lúdico: uma proposta na intervenção na área de ciências da natureza. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente*. v. 12, n. 15, 2009.
- CHAGAS, A. P. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. *Química Nova*, v. 30, n. 1, p. 240-247, 2007.
- CUNHA, M. B. *Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula*. *Química Nova Na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, mai. 2012.
- JUSTI, R. *Ensino sobre Ciências: Da falta de consenso aos novos desafios a serem enfrentados*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia, SP. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013. p. 1-7.
- KISHIMOTO, T. M. *O jogo e a educação Infantil: Jogo, brinquedo, brincadeira e educação*. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998. 62 p.
- LEDERMAN, N.G. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*. Netherlands: Springer, 2006. p. 301-317.
- LIMA, A. M. *Brincar, a natureza da ciência faz parte do Jogo*. 2012. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química licenciatura) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2012.
- MATTHEWS, M. *Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge, 1994. 287 p.
- MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Ciência Hoje*, v. 28, p. 64-66, 2001.
- MEC. PCN+ Ensino Médio - *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: SEMTEC-CNE, 2000.
- SANTANA, E. M.; REZENDE, D. B. *O uso de Jogos no ensino e aprendizagem de Química: uma visão dos alunos do 9º ano do ensino fundamental*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14. Curitiba, jul., 2008.
- SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (Pibid/UFS/Química). *Scientia Plena*, v. 9, n. 7, p. 2-6, mar, 2013.
- SOARES, M. H. F. B. *Jogos em ensino de química: Teoria, Métodos e Aplicações*. 1. ed. Guarapari: Ex Libris, 2008. 170 p.

ANEXOS

Anexo 1. Estrutura Geral do Jogo - Tabuleiro

Visão geral do jogo montado

The image displays a comprehensive view of the game board, which is designed to look like a collection of aged, parchment-like pages. The board is organized into several main sections:

- Sage Científica (Top Left):** Contains text about 'Contexto Histórico', 'Como Jogar', and 'Como Ganhar'. It includes a vertical column of cards numbered 43 to 48.
- Termos Utilizados no Jogo (Middle Left):** A large section with detailed text explaining game terms and mechanics, accompanied by a vertical column of cards numbered 31 to 42.
- Instruções e Regras para o Investidor (Bottom Left):** Text and rules for investors, with a vertical column of cards numbered 19 to 30.
- Regras e Instruções para os Cientistas (Bottom Right):** Text and rules for scientists, with a vertical column of cards numbered 1 to 18.
- Central Board:** A grid of 24 numbered cards (1-24) arranged in a 6x4 grid, each with specific text and icons.
- Game Elements:** Several key elements are placed on the board:
 - Tribunal (Top Right):** A green diamond-shaped element with a central icon and surrounding cards.
 - Bolsas de Valores (Middle Right):** A red rectangular element with a central icon and surrounding cards.
 - Biblioteca (Bottom Middle):** A blue rectangular element with a central icon and surrounding cards.
 - Fabrica (Bottom Right):** A yellow circular element with a central icon and surrounding cards.

Saga Científica Contexto Histórico

No início do século XX, países europeus tinham como principal fonte de fertilizantes uma mistura de rochas fosfáticas (que existiam em grande quantidade na Europa) com o salitre do Chile (um mineral rico em nitrato de potássio). Além disso, contavam com a importação de guano da América do Sul (litoral do Peru). O guano é constituído de excrementos de aves acumulado ao longo de milhares de anos em ilhas nas costas do Peru, sendo composto de cloreto de amônio, ácido úrico, ácido fosfórico, ácido oxálico, entre outros. Com o aumento de população na Europa, a dependência de um produto importado e monopolizado, além do provável esgotamento dos recursos naturais em poucos anos, era normal que se procurasse um substituto para o salitre e o guano na produção de fertilizantes. E não apenas de fertilizantes: os nitratos são componentes de explosivos, daí terem também importância militar. A síntese da amônia a partir do nitrogênio e do hidrogênio surgia, então, como uma alternativa natural, pois ambas as matérias-primas eram largamente disponíveis: o hidrogênio (H_2) produzido a partir do gás d'água; e o nitrogênio (N_2) extraído do ar por liquefação. Uma vez obtida a amônia, essa deveria ser transformada em nitrato; processo que já era conhecido. No caso da Alemanha, a questão era mais séria, pois o monopólio do salitre era inglês e a taxa de crescimento populacional da Alemanha era uma das maiores da Europa. A Alemanha consumia 1/3 da produção de guano chileno, cerca de 500.000 toneladas de nitrogênio por ano. Em setembro de 1898, um renomado cientista chamado William Crookes, em um de seus discursos, fez previsões de que iria faltar fertilizantes. Esse discurso foi um dos estopins que provocou uma corrida entre cientistas para produzir amônia a partir de H_2 e N_2 . O jogo Saga Científica se passa nesse contexto. Você é um cientista alemão que, entre tantos outros, está interessado em desenvolver um processo economicamente viável de síntese da amônia em escala industrial.

Para saber mais...

CHAGAS, A.P. A Síntese da amônia: Alguns aspectos históricos. Química Nova, v. 30, n. 1, p. 240-247, 2007.

ARAÚJO, M.C. O Nobel de Fritz Haber e suas Contribuições ao ensino de Ciências. São Paulo, Instituto federal de educação, ciência e tecnologia, 2012.

Como Jogar:

O jogo Saga Científica é dividido em duas categorias de jogador que possuem o mesmo objetivo que é o de construir uma fábrica de amônia economicamente viável. Porém o investidor tem o papel de levantar recursos financeiros para a construção da fábrica enquanto os cientistas têm como objetivo elaborar conhecimentos científicos que possibilitem a produção de amônia de forma eficiente e economicamente viável.

Como Ganhar:

O jogo pode ter até dois ganhadores, vai depender do tipo de acordo que for realizado entre investidor e cientista, porém se o cientista conseguir desenvolver um método de síntese da amônia e levantar recursos financeiros suficientes para construir a fábrica ele poderá ganhar o jogo sozinho.

Termos utilizados no Jogo:

Grau de Risco: O grau de risco simboliza os fatores que podem dificultar uma pesquisa científica por isso, ele nunca diminui, mesmo que você devolva uma carta que possua grau de risco alto, seu grau de risco não ira diminuir. Deve ser escolhido um jogador para anotar o aumento do grau de risco de todos os jogadores durante o jogo.

Minibosch: É o nome da peça que você movimenta no jogo de acordo com a sua evolução. Cada jogador recebe dois Minibosch com a mesma cor, um ele utiliza no percurso principal para indicar em qual etapa se encontra e o outro ele utiliza na Biblioteca, na fábrica, no Tribunal e na Bolsa de Valores. Esse segundo Minibosch serve para informar os outros jogadores onde você está jogando naquele momento.

Fritz Haber: É o nome do dinheiro utilizado no jogo. Exemplo: Para se construir a fábrica de amônia é necessário 20.000 Fritz Haber (Vinte mil Fritz Haber).

Biblioteca: É o local onde você obtém as respostas para as perguntas do jogo que você não consegue responder. Você só pode jogar o dado na biblioteca quando for a sua vez. Através dela você fica sabendo se pode ler o cartão biblioteca com a resposta.

Tribunal: É o local em que você é julgado. Sempre que for preciso comparecer ao tribunal será indicado na etapa que você estiver. Você só poderá passar para a etapa seguinte quando cumprir a sentença determinada.

Fábrica: É o local onde você consegue dinheiro prestando consultoria. Você só pode jogar o dado na fábrica quando for sua vez.

Bolsa de valores: É o local onde você pode investir seu dinheiro. Você só pode jogar nela quando for sua vez.

Percurso principal: É constituído por 46 etapas que apenas os jogadores da categoria cientista podem percorrer.

Cartões representativos: São os cartões vendidos pelos investidores, eles representam materiais de pesquisa, projetistas, auxiliares, equipamentos, materiais e etc. Sempre que você precisar devolver um cartão representativo você devolverá para o investidor de origem sem nenhum tipo de reembolso e ele poderá vendê-lo novamente.

Instruções e Regras para o investidor:

O jogo deve ter dois investidores que irão competir um contra o outro, para ver quem consegue dinheiro para construir a fábrica de amônia e colocá-la em operação (o investidor só pode jogar na fábrica e na bolsa de valores ele não pode jogar no percurso principal).

Os investidores participam da mesma rodada que os cientistas, eles não podem ficar jogando o dado individualmente. É importante que a rodada comesse nos cientistas e termine nos investidores, porém as vendas dos cartões representativos poderão ser realizadas a qualquer momento.

Para construir a fábrica ele precisa de 20.000 Fritz Haber e um cientista que domine um processo economicamente viável de produção da amônia.

O investidor começa o jogo com 3.000 Fritz Haber (Três mil Fritz Haber). Para ganhar mais dinheiro ele pode investir na bolsa de valores, prestar consultoria para a fábrica ou vender cartões representativos para os cientistas.

Regras para a venda de cartões representativos: Cada investidor receberá 24 cartões representativos que ele poderá vender ou doar para os cientistas, sendo:

- 3 de material básico de pesquisa
- 3 Roupas
- 3 Material didático avançado
- 3 Projetista de equipamentos de alta pressão
- 3 Material para equipamentos de alta pressão
- 3 Auxiliar de Laboratório
- 3 Catalisador
- 3 Advogado

Cada cartão tem sugestões de preços para orientar o investidor no valor que será cobrado do cientista, porém ele pode cobrar um valor superior ou inferior ao sugerido.

Quando o teste com o equipamento de alta pressão der errado, o cientista tem que devolver os cartões que representam o projetista, auxiliares e materiais para equipamento de alta pressão. Esses cartões devem ser devolvidos para o investidor de origem sem nenhum reembolso e o investidor poderá vendê-los novamente.

Importante:

O investidor só ganhará o jogo quanto obtiver 20.000 Fritz Haber (vinte mil Fritz Haber) e fizer parceria com um cientista que já tenha completado 43 etapas do percurso principal. Se ele tiver só o dinheiro ou só a parceria ele não ganha, pois é necessário dinheiro e conhecimento técnico para construir a fábrica de amônia e colocá-la em operação.

Instruções e Regras Para os Cientistas:

O objetivo do cientista também é o de construir a fábrica de amônia, mas o papel que ele irá desempenhar é diferente do papel do investidor. Para o jogo iniciar deve ter 3 jogadores na categoria cientista. Todos os cientistas devem passar por todas as etapas do percurso principal. Ele só irá evoluir para a etapa seguinte quando cumprir o que foi pedido na etapa em que ele se encontra. O Cientista pode jogar na bolsa de valores, fábrica, tribunal, biblioteca, porém deve manter seu foco no percurso principal para poder completar todas as etapas.

O cientista deve desenvolver um método economicamente viável de produção da amônia em escala industrial. Para isso ele deve passar pelas 43 primeiras etapas do percurso principal, seguindo todas as instruções dadas durante o percurso.

O cientista deve procurar manter seu grau de risco o mais baixo o possível, pois quanto maior o grau de risco mais difícil será ganhar o jogo.

Durante o jogo o cientista realizará compras ou contratará mão de obra qualificada. Essas compras e contratações serão intermediadas pelos investidores através de cartões representativos que representam o que o jogador está comprando ou contratando. Cada cartão possui um grau de risco diferente que deve ser somado ao seu grau de risco.

Observação: O jogador da categoria cientista não pode pular nenhuma etapa. A evolução no percurso principal ocorre de etapa em etapa sem saltar nenhuma.

Anexo 6. Percurso Principal - Parte 1

Antes de começar, escolha alguém para ficar responsável em anotar o grau de risco dos jogadores durante o jogo.

É importante saber: Todos os 3 cientistas devem passar por todas as etapas do jogo. Não há possibilidade de pular nenhuma etapa. Para mudar de etapa é necessário cumprir tudo que foi pedido na etapa em que o jogador se encontra.

É importante saber: Sempre que você compra uma carta representativa, ela possuirá um grau de risco, por isso observe o grau de risco da carta antes de comprar

1
jogue dois dados. A soma dos valores dos dados multiplicado por cem é o valor inicial que você irá receber.

2
Compre material básico de pesquisa para começar seus estudos
Esse material é vendido pelo investidor.

3
Leia um cartão discurso.

4
Pague 500 Fritz para cobrir sua despesas.

5
Leia um cartão discurso que ainda não foi lido

6
você vai assistir a uma palestra sobre fertilizantes, jogue 2 dados se você tirar um valor acima de 6 não pague nada para participar caso contrário pague 60 Fritz

46
A partir de agora você ganhou um lugar de destaque na história da ciência e será lembrado pelos seus feitos por gerações futuras.

45
Parabéns você alcançou seu objetivo, passe para a próxima etapa.

44
Você está na etapa final. É necessário pagar 20.000 Fritz (vinte mil Fritz Haber) para montar a fábrica de amônia. Procure um investidor ou pague sozinho.

Lembre-se: sempre que você precisar de dinheiro você pode ir para a fábrica ou bolsa de valores.

Lembre-se: Se necessário você pode ajudar o investidor a pagar o custo total da fábrica, mas você também pode optar em não se associar a nenhum investidor para se tornar o único vencedor, para isso ocorrer é necessário que você pague 20.000 Fritz

Anexo 7. Percurso Principal - Parte 2

43
Você está sendo processado, por causa de um projeto que você participou no passado. vá para o tribunal.

42
Pague 1500 Fritz de despesas com sua pesquisa.

41
Contrate um advogado que irá te auxiliar com a parte burocrática, para patentear o processo desenvolvido por você.
Essa contratação é feita através de um investidor que vende o cartão que representa o advogado.

40
Você está sendo acusado de plágio em um dos seus trabalhos vá para o tribunal.

39
Se a etapa anterior ocorreu bem, receberá 1000 Fritz para sua pesquisa. Caso contrário devolva o cartão que representa o catalisador e volte para a etapa 37.

38
Teste o catalisador jogando 3 dados se você tirar um valor acima do seu grau de risco é porque o catalisador escolhido atendeu suas expectativas.

Lembre-se : Sempre que você não souber uma resposta você pode ir para biblioteca para encontrar a resposta desejada.

7
Responda
Cite ao menos duas aplicações para a amônia. Se não responder aumente seu grau de risco em 2 pontos.
A resposta está no cartão biblioteca 7.

8
Leia um cartão discurso que ainda não foi lido.

9
Você vai estudar fora da cidade em que você mora atualmente pague 800 Fritz para cobrir as despesas de viagem.

10
Você que causar uma boa impressão na sua nova cidade compre roupa nova.
Esse produto é vendido pelo investidor.

11
Você entrou em uma universidade conceituava, agora está concorrendo a uma bolsa de estudos. Jogue um dado. Se você tirar um valor superior ao seu grau de risco receba 200 Fritz de bolsa de estudo, caso contrário não recebera nada.

12
Compre material didático avançado.
Esse material é vendido pelos investidores

Anexo 8. Percurso Principal- Parte 3

37
Compre catalisador que aumente a eficiência do processo.
Esse material é vendido por um investidor.

36
Se o teste anterior estiver ocorrido bem, receba 1000 Fritz de incentivo. Caso contrário devolva os cartões que representa os auxiliares, o projetista e a que representa o material para montar o equipamento e volte para a etapa 31.

35
teste o equipamento. Jogue 3 dados. Se você tirar um valor acima do seu grau de risco é porque tudo ocorreu bem. Caso contrário, o equipamento não resistiu à pressão e feriu gravemente seus colaboradores, você deve ir para o tribunal.

Resposta 34
Qual a função do catalisador?
Se não responder corretamente aumente seu grau de risco em 2 pontos
A resposta está no cartão biblioteca 34.

33
Contrate auxiliares para ajudar, nas suas pesquisas.
Essa contratação é feita através de um investidor que vende o cartão que representa os auxiliares.

32
Compre material para montar seu equipamento.
Esse material é vendido pelo investidor.

Quando você devolver os cartões, você devolverá para o investidor de origem. E não receberá nenhum reembolso e seu grau de risco adquirido com elas não é reduzido. (o grau de risco nunca diminui).

13
Pague 700 Fritz de despesas dentro da universidade.

14
Você está fazendo iniciação científica. Jogue um dado. Se você tirar um valor acima do seu grau de risco receberá 500 Fritz de bolsa.

Resposta 15
O que nos diz o princípio de Le Chatelier?
Se acertar ganhe 60 Fritz, se errar aumente seu grau de risco em 2 pontos.
A resposta está no cartão biblioteca 15.

16
Você está representando sua equipe de pesquisa em um congresso. Para saber se você foi bem jogue 2 dados. Se você tirar um valor acima do seu grau de risco você foi bem, caso contrário aumente seu grau de risco em um ponto.

17
Já se passaram cinco anos que você entrou na universidade. você está formando pague 500 Fritz de despesas de formatura.

18
Você acaba de entrar no mestrado, agora você está concorrendo a uma bolsa de estudos. jogue um dado. Se você tirar um valor acima do seu grau de risco ganhe 500 Fritz de bolsa de estudo, caso contrário não ganhará nada.

Anexo 9. Percurso Principal - Parte 4

31
 Contrate um projetista de equipamento de alta pressão, para começar a projetar seus equipamentos de pesquisa

Essa contratação é feita através de um investidor, que vende o cartão que representa o projetista.

30
 Você está ministrando um discurso relatando suas pesquisas, jogue 2 dados. Se você tirar um valor acima do seu grau de risco significa que você foi bem e receberá 1000 Fritz para sua pesquisa, caso contrário você foi ridicularizado e não receberá nada.

Resposta 29
 Se o rendimento da amônia aumenta com a redução da temperatura, porque o sistema de produção trabalha com temperaturas relativamente altas?
 Se não responder corretamente aumente seu grau de risco em 2 pontos.
 A resposta está no cartão biblioteca 29.

Resposta 28

$$\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$$

 De acordo com a equação acima, a produção de amônia é favorecida com o aumento ou redução da pressão no sistema?
 Se não acertar aumente seu grau de risco em 2 pontos.
 A resposta está no cartão biblioteca 28.

27
 Você está trabalhando muito e não está dando atenção a sua família, por isso você está se divorciando judicialmente vá para o tribunal.

26
 Você é um profissional muito dedicado, receberá 100 Fritz de incentivo.

Lembre-se de verificar o grau de risco de cada profissional antes de adquirir um cartão representativo.

25
 Você vai começar suas pesquisas para produção de amônia em escala industrial, e esta procurando financiamento. Jogue 2 dados. se você tirar um valor acima do seu grau de risco receberá 1000 Fritz, caso contrário não receberá nada.

Resposta 19
 A reação de formação de amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio é exotérmica. Levando isso em consideração, responda: a produção de amônia é favorecida pelo aumento ou redução da temperatura do sistema?
 Se não acertar aumente seu grau de risco em 2 pontos.
 A resposta está no cartão biblioteca 19.

20
 Você acabou seu mestrado e entrou no doutorado agora você está concorrendo a uma bolsa de estudos. Jogue 2 dados. Se você tirar um valor acima do seu grau de risco ganhe 800 Fritz caso contrário não receberá nada

21
 Leia um cartão discurso que ainda não foi lido.

22
 Você conheceu alguém legal e vai se casar pague 1000 Fritz de despesa do casamento.

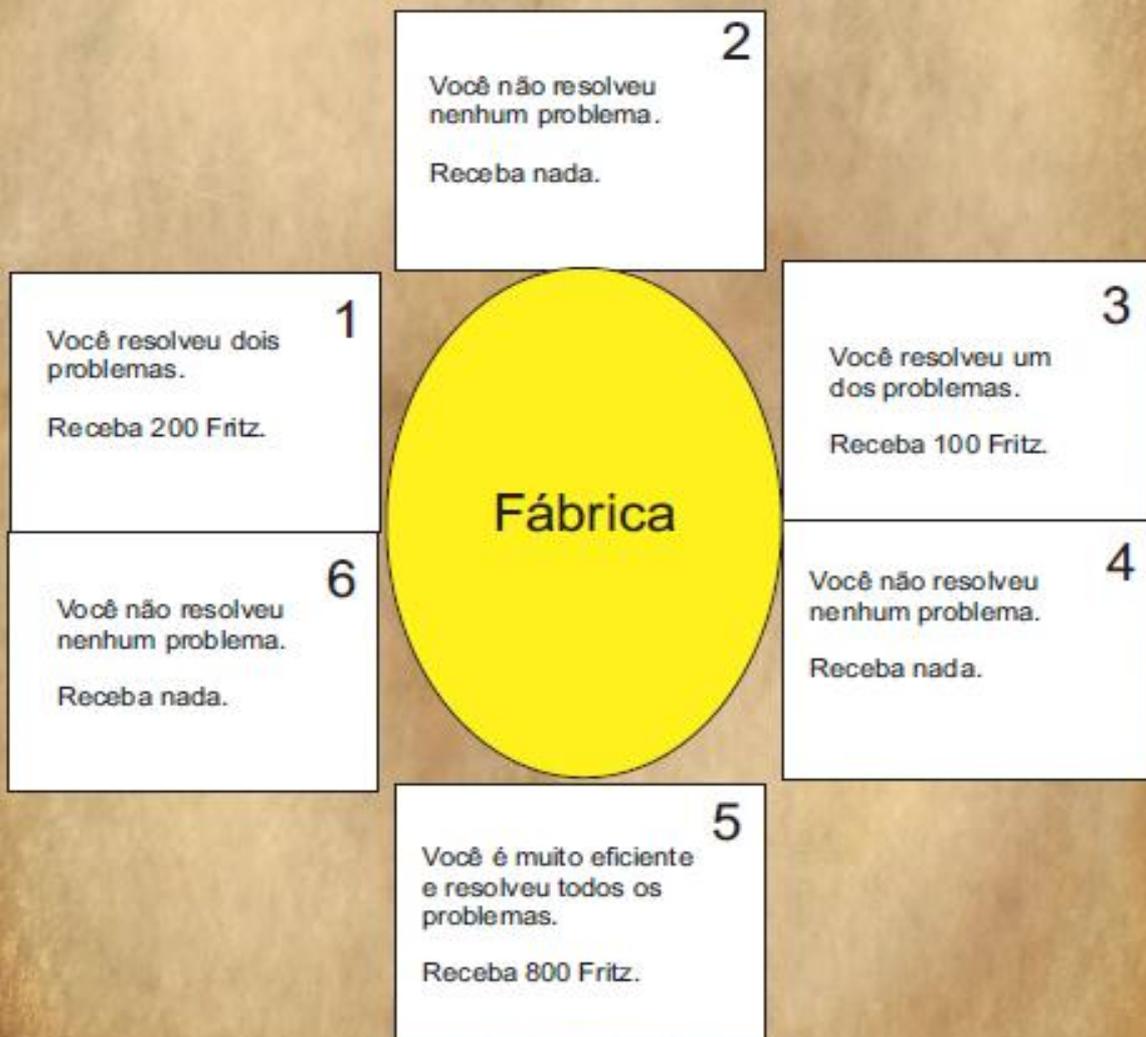
23
 Leia um cartão discurso que ainda não foi lido.

24
 Você passou em um concurso para professor receberá 200 fritz.

Anexo 10. Fábrica

Como Jogar na Fábrica:

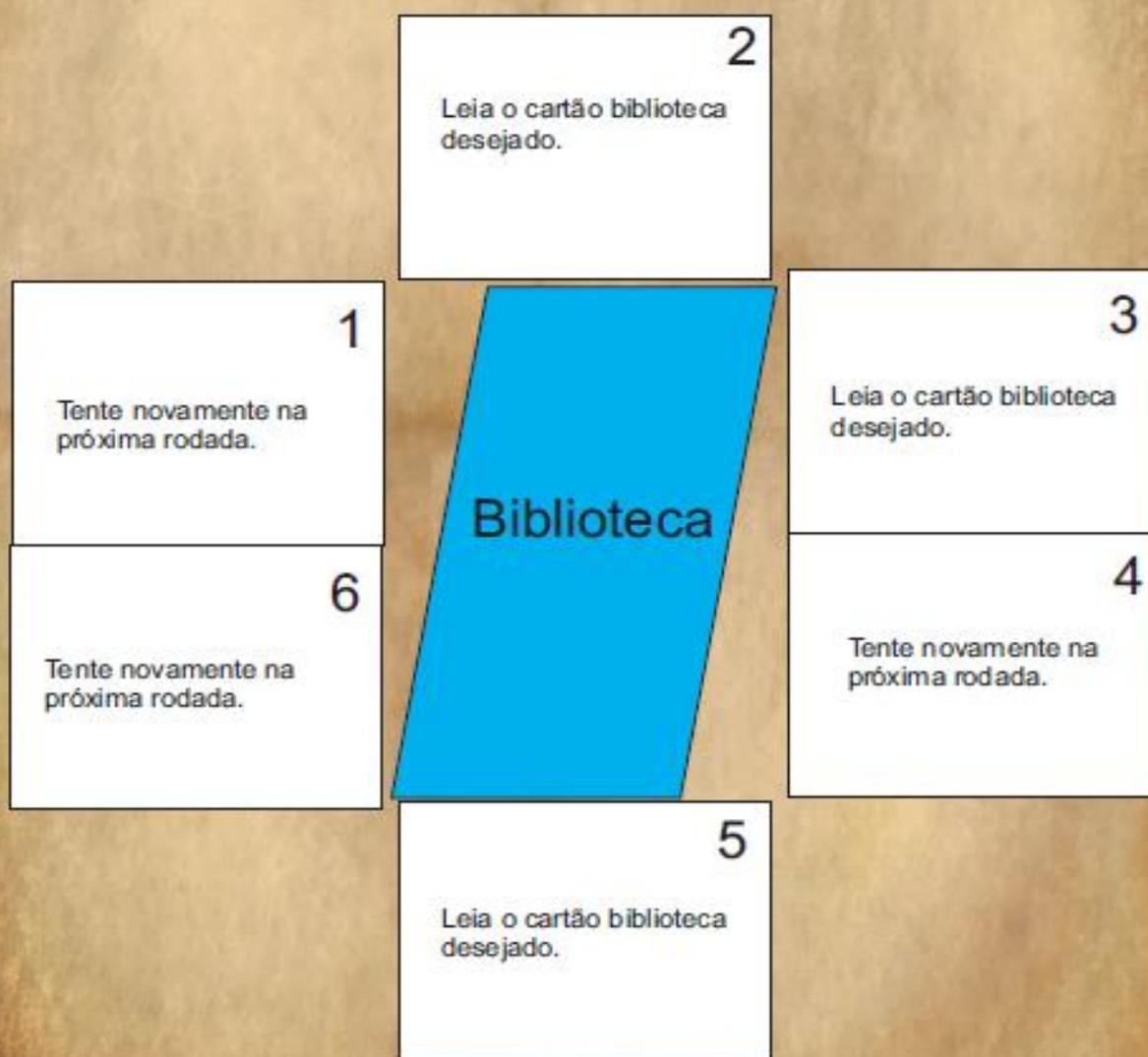
Você presta consultoria para a fábrica, e o seu contrato diz que você receberá de acordo com o número de problemas que conseguir resolver. Para saber se você obteve sucesso siga as instruções. Coloque seu Minibosch na parte amarela no centro da fábrica. Jogue um dado. O valor que você tirar no dado corresponde a uma casa da fábrica que vai de 1 a 6, basta seguir as instruções da casa que você tirou. Lembre-se você só pode jogar na fábrica quando for sua vez.



Como jogar na biblioteca:

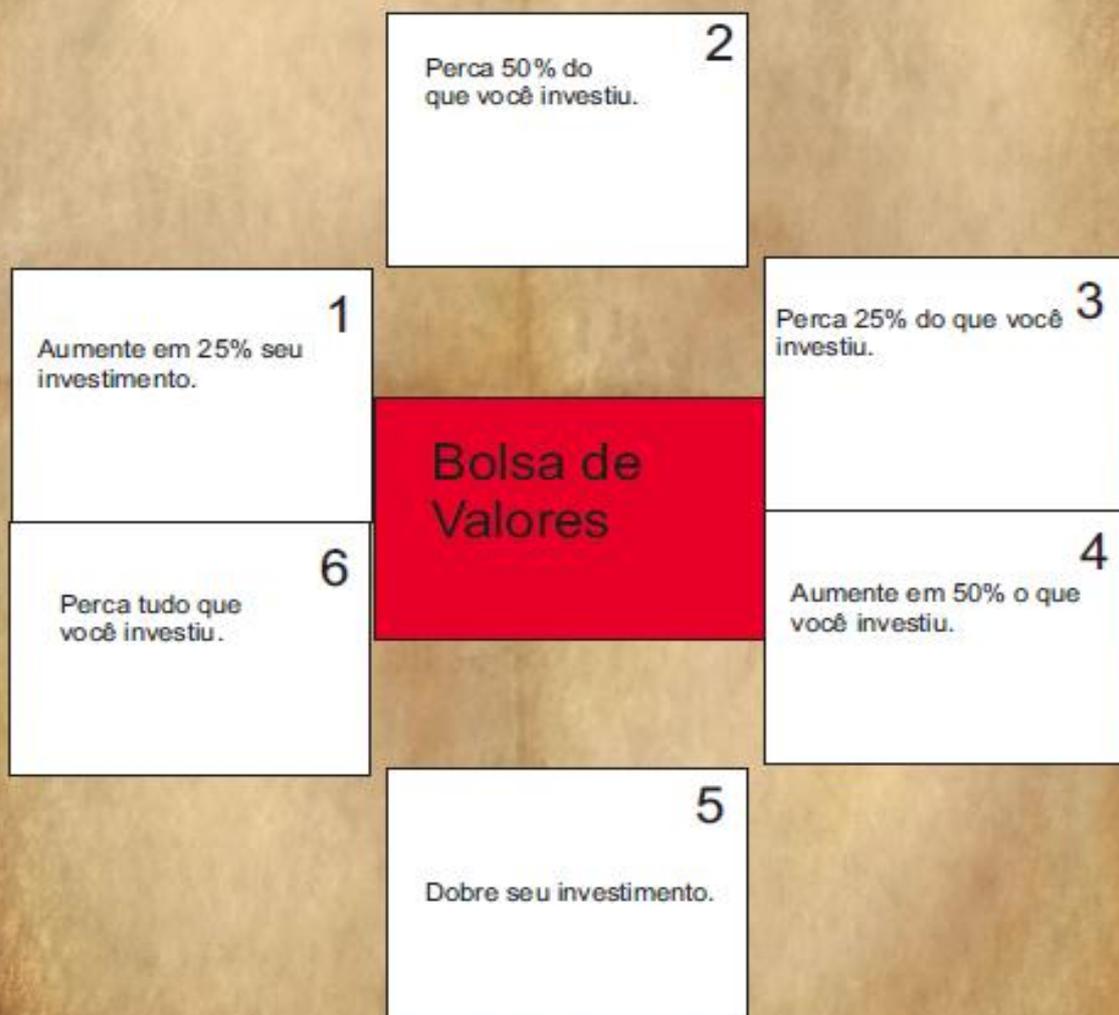
A biblioteca é o local onde você encontra as respostas para as perguntas do jogo que você não consegue resolver. Proceda da seguinte forma:

Coloque seu Minibosch, na parte azul no centro da biblioteca, para que todos os outros jogadores saibam onde você está jogando. Jogue um dado. O número tirado no dado corresponde a casa da biblioteca com o mesmo número, basta seguir as instruções.



Como Jogar na Bolsa de Valores:

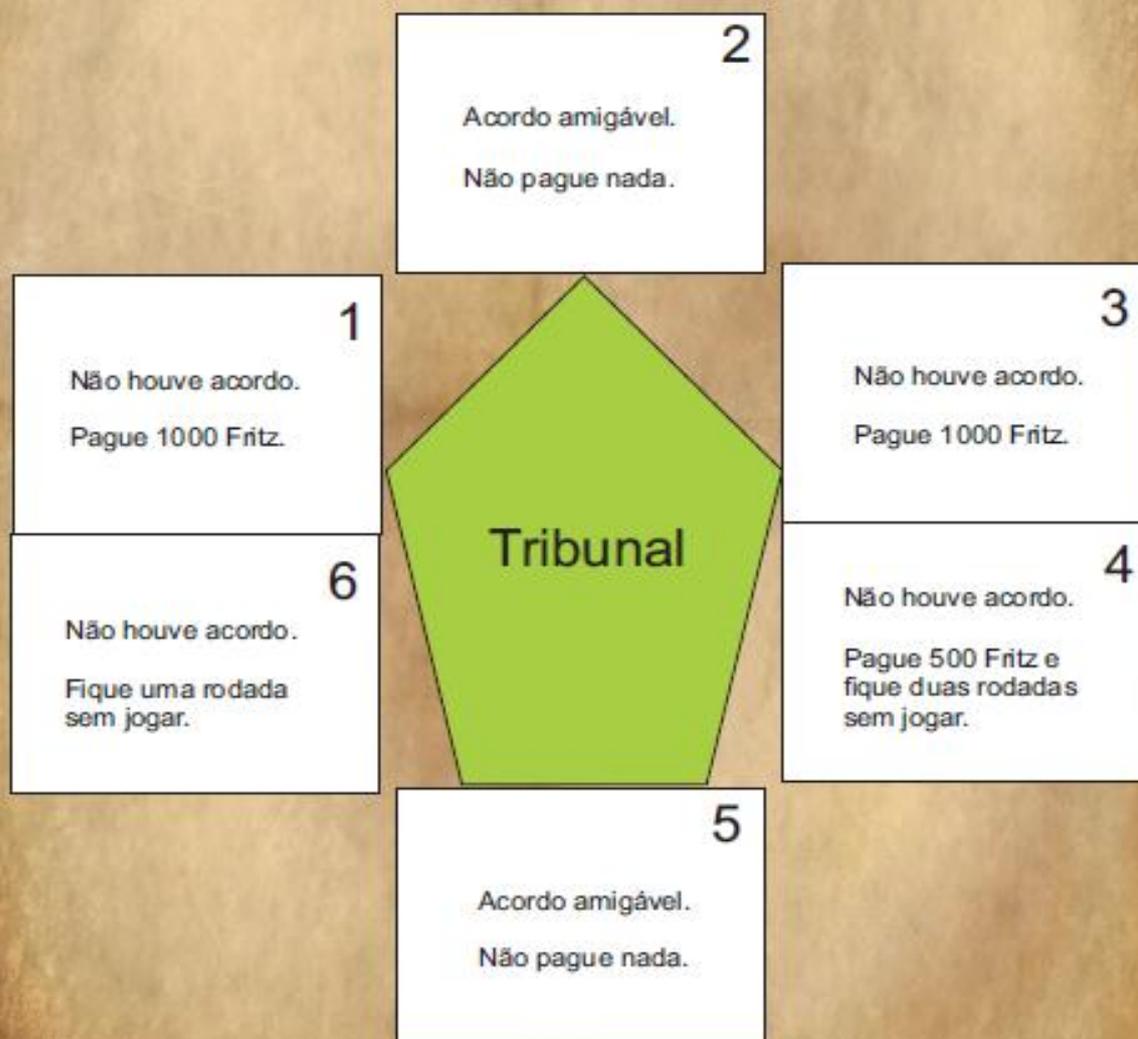
A bolsa de valores é o local onde você faz seus investimentos. Para jogar coloque seu Minibosch na parte vermelha no centro da bolsa de valores, para que todos os outros jogadores saibam onde você está jogando. Jogue um dado. O valor que você tirar no dado corresponde a uma casa da bolsa de valores com o mesmo número. Lembre-se você só pode jogar na bolsa de valores quando for sua vez.



Anexo 13. Tribunal

Como Jogar no Tribunal:

Se você está no tribunal é porque a situação não está boa. Para saber se ela vai piorar siga as instruções. Coloque seu Miribosch no centro do Pentágono. Jogue um dado. O valor que você tirar no dado, corresponde a casa com a sua sentença.



Anexo 14. Minibosch e Notas de Fritz Haber.

Minibosch



Notas de 100 Fritz Haber, 1000 Fritz Haber e 20 Fritz Haber



Anexo 15. Cartão Representativo

Projetista de equipamentos de alta pressão

Profissional de qualidade com muita experiência na área

Preço sugerido: 3.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 2 ponto

Projetista de equipamentos de alta pressão

Profissional com pouca experiência

Preço sugerido: 2.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 3 pontos

Projetista de equipamentos de alta pressão

Profissional sem nenhuma experiência, com pouco conhecimento na área

Preço sugerido: 1.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 4 pontos

Roupas

Roupas de excelente qualidade que ficaram perfeitas em você

Preço sugerido: 1.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 0 ponto

Roupas

Roupas de qualidade mas que não combinam com você.

Preço sugerido: 500 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 1 ponto

Roupas

Roupas de péssima qualidade, que ficaram horríveis em você.

Preço sugerido: 100 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 2 pontos

Material Básico de Pesquisa

Qualidade: Material certificado de excelente qualidade

Preço sugerido: 900 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 0 ponto

Material Básico de Pesquisa

Qualidade: Boa qualidade

Preço sugerido: 300 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 1 ponto

Material Básico de Pesquisa

Qualidade: Qualidade duvidosa

Preço sugerido: 100 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 2 pontos

Auxiliar de Laboratório

Auxiliar experiente, dedicado e comprometido com o trabalho

Preço sugerido: 1.500 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 1 ponto

Auxiliar de Laboratório

Auxiliar sem experiência, porém dedicado e comprometido com o trabalho

Preço sugerido: 1.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 2 pontos

Auxiliar de Laboratório

Auxiliar sem experiência, que não gosta do que faz, pouco comprometido com o trabalho

Preço sugerido: 500 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 3 pontos

Material para montar equipamento de alta pressão

Material certificado de excelente qualidade

Preço sugerido: 6.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 1 ponto

Material para montar equipamento de alta pressão

Material de boa qualidade

Preço sugerido: 3.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 3 pontos

Material para montar equipamento de alta pressão

Material usado de qualidade duvidosa

Preço sugerido: 1.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 5 pontos

Material didático avançado

Material certificado de excelente qualidade

Preço sugerido: 2.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 0 ponto

Material didático avançado

Material de boa qualidade

Preço sugerido: 1.500 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 1 ponto

Material didático avançado

Material sem garantia de qualidade

Preço sugerido: 1.000 Fritz

Essa carta aumenta seu grau de risco em 2 pontos

Catalisador

Esta carta representa um catalisador que você escolheu, baseado em suas pesquisas e no seu conhecimento

Preço sugerido: 500 Fritz

Catalisador

Esta carta representa um catalisador que você escolheu, baseado em suas pesquisas e no seu conhecimento

Preço sugerido: 500 Fritz

Catalisador

Esta carta representa um catalisador que você escolheu, baseado em suas pesquisas e no seu conhecimento

Preço sugerido: 500 Fritz

Advogado

Preço sugerido: 500 Fritz

Advogado

Preço sugerido: 500 Fritz

Advogado

Preço sugerido: 500 Fritz

Anexo 16. Cartão-biblioteca

Cartão-biblioteca 7

Cite ao menos duas aplicações para a amônia.

Resposta: A amônia tem várias aplicações. Duas delas são a produção de explosivos e a fabricação de fertilizantes.

Cartão-biblioteca 15

O que nos diz o princípio de Le Chatelier ?

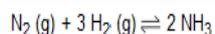
Resposta: Se um sistema em equilíbrio é perturbado, por exemplo, através de uma alteração da temperatura, na concentração ou na da pressão parcial de seus componentes o sistema tenderá a minimizar tal perturbação deslocando-se no sentido de favorecer a formação de produtos ou de reagentes.

Cartão-biblioteca 19

A reação de formação de amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio é exotérmica. Levando isso em consideração, responda: a produção de amônia é favorecida pelo aumento ou pela redução da temperatura do sistema?

Resposta: de acordo com o princípio de Le Chatelier a reação é favorecida pela redução da temperatura do sistema, pois trata-se de uma reação exotérmica ($H < 0$).

Cartão-biblioteca 28



De acordo com a equação acima, a produção de amônia é favorecida com o aumento ou redução da pressão no sistema?

Resposta: A produção de amônia é favorecida pelo aumento da pressão, pois ela ocupa menor volume gasoso em relação ao nitrogênio e ao hidrogênio.

Cartão-biblioteca 29

Se o rendimento da amônia aumenta com a redução da temperatura, porque o sistema de produção trabalha com temperaturas relativamente altas?

Resposta: Temperaturas muito baixas aumenta o rendimento da amônia, porém reduz consideravelmente a velocidade da reação e, dessa forma, torna sua produção economicamente inviável. O aumento da temperatura por sua vez, aumenta a velocidade. Assim, a redução no rendimento devida à temperatura relativamente elevada com o processo de síntese é compensada pelo uso de catalisador e a retirada rápida da amônia produzida

Cartão-biblioteca 34

Qual a função do Catalisador?

Resposta: O catalisador permite que a reação ocorra por outros caminhos de menor energia de ativação. Consequentemente, a reação se processa com maior velocidade.

Anexo 17. Cartão-discurso

Cartão-discurso

O salitre do Chile (NaNO_3) são rochas encontradas nos desertos do Chile, Bolívia e Peru. Até o início do século XX era uma das principais fontes de nitrogênio utilizada para a produção de fertilizantes.

Cartão-discurso

Os métodos industriais conhecidos até o início do século XX, não eram suficientes para garantir um fornecimento estável e barato de amônia para a produção de fertilizantes, e a Alemanha era dependente do salitre chileno que era monopolizado pela Inglaterra.

Cartão-discurso

O ar atmosférico é constituído aproximadamente por 78% de gás nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases.

Cartão-discurso

A principal fonte de nitrogênio é o gás nitrogênio (N_2), presente na atmosfera terrestre. Entretanto, para que esse elemento possa ser utilizado biologicamente, ou seja, absorvido por plantas e outros organismos, ele precisa ser fixado em combinação com outros elementos, tornando-o solúvel e assimilável.

Cartão-discurso

No início do século XX, a maior parte dos fertilizantes eram produzidos na Europa, através de uma mistura de rochas fosfáticas (que haviam em grande quantidade na Europa) com salitre do Chile.

Cartão-discurso

O Hidrogênio é o elemento mais abundante no universo. Entretanto, o gás hidrogênio é muito raro na atmosfera da terra, devido à sua pequena densidade, o que possibilita escapar da gravidade. Porém, na forma combinada quimicamente, o mesmo é o terceiro elemento mais abundante na superfície da terra.

Cartão-discurso

O gás hidrogênio apesar de raro na atmosfera, pode ser facilmente obtido através de uma grande variedade de reações químicas.

Cartão-discurso

O nitrogênio é um componente essencial de todas as proteínas. A deficiência desse nutriente geralmente resulta em atrofia das plantas. Os vegetais não fixam diretamente o gás nitrogênio, pois na forma que se encontra na atmosfera não pode ser absorvido. No entanto, ele é absorvido pelas plantas, principalmente na forma de nitritos e nitratos.

Cartão-discurso

O nitrogênio é o elemento mais demandado pelos vegetais depois do C, H e O. Parte da quantidade de N requerido pelas culturas pode ser suprida pelo solo, no entanto, em muitas situações o solo é incapaz de atender toda a demanda por N, tornando-se necessária a fertilização nitrogenada.

Cartão-discurso

Transformar o nitrogênio do ar em amônia, não é simples. Implica no rompimento das ligações entre os dois átomos de nitrogênio.

Cartão-discurso

A amônia também era obtida como um produto secundário da obtenção do coque por destilação do carvão mineral. Porém, esse método era limitado e ineficiente.

Cartão-discurso

No início do século XX, alguns cientistas já tentavam realizar a síntese da amônia em escala industrial, através do hidrogênio e nitrogênio. Mas não obtiveram sucesso.

Cartão-discurso

A Alemanha consumia 1/3 da produção de salitre chileno, equivalente a 500.000 toneladas de nitrogênio por ano. Em setembro de 1898, William Crookes, já previa que faltaria fertilizantes.

Cartão-discurso

Uma vez obtida a amônia, essa deveria ser transformada em nitrato, mas este já era um processo conhecido no início do século XX.

Cartão-discurso

Calcula-se que, mesmo com todo o cuidado no manejo, o nitrogênio naturalmente disponibilizado seria suficiente para produzir alimentos para a metade da população atual. Com isso, veio a necessidade de se fazer essa transformação industrialmente.